Pont RLC MW1008P

Manuel d'utilisation

Copyright Ormelabs © 2010

http://www.ormelabs.com

Table des matières

	Page
Information générale	5
Spécifications	5
Termes et symboles	6
Préfixes des unités de mesure	7
Glossaire	7
Généralités	
Affichage	9
Clavier	10
Utilisation	
Composants passifs	14
Paramètres affichés	15
Polarisation des condensateurs électrochimiques	17
Polarisation des bobines	18
Mesure de l'impédance de batteries	18
Tri de composants	20
Modèles série et parallèle	21
Types d'affichage	21
Conditions de test	23
Fréquences de test	23
Gammes d'impédances	25
Calibration ouvert-fermé	25
Connexion sur un composant passif	27
Connexion sur un transformateur	27
Brochage du connecteur CB	28
Précision	
Précision des résistance/impédances	29
Précision des inductances	30
Précision des condensateurs	30
Fonctionnement	
Générateur de signal	29
Détecteur de phase et convertisseur analogique-numérique	30
Transformateurs	30
Calibration	
Paramétrage de la calibration	32
Calibration	33
Messages d'erreurs	34
Diagnostic	
Test du clavier	35
Test du buzzer	36
i/v complexe	36
Résultats A/D	37

INFORMATIONS GENERALES

Le pont de mesure RLC MW1008P est un pont de mesure d'impédance automatique permettant la mesure de résistance, de capacité, d'inductance ou encore la mesure de certains paramètres des transformateurs, de 1 mΩ à 100 MΩ. Le MW1008P a une précision de base de 0,2% et possède 10 fréquences de mesure standards plus une définissable par l'utilisateur.

Le MW1008P est doté d'un micro-contrôleur puissant disposant de circuits logiques câblés, permettant le contrôle de l'afficheur, du clavier ainsi que la gestion des mesures. Veuillez vous reporter au chapitre « utilisation » pour plus de détails quant au fonctionnement de l'instrument.

SPECIFICATIONS:

Fonctions	Auto, L+Q, C+D, R+Q, |Z|+θ, R+X, G+B, N+θ, N^{-1}+θ ,Vs+Vp, M, L+AL, C+Vr (option varicap)		
Circuit Equivalent	Série ou parallèle		
Paramètres affichés	Valeur, Ecart, % Ecart		
Domaines de mesure			
	L+Q:	L	0,01 µH – 99,99 H
		Q	0,0001 – 100
	C+D:	C	0,001 pF – 99999 µF
		D	0,0001 – 10
	R+Q:	R	1 mΩ – 99,9 MΩ
		Q	0,001 – 100
	|Z|+θ:	|Z|	1 mΩ – 99,9 MΩ
		θ	-180,00° - +180,00°
	R+X:	R	1 mΩ – 99,9 MΩ
		X	1 mΩ – 99,9 MΩ
	G+B:	G	
		B	
	N+θ:	N	1 – 9999
		θ	-180,00° - +180,00°
	N^{-1}+θ	N^{-1}	0.0001 – 1
		θ	-180,00° - +180,00°
	Vs+Vp	Vs	230V/N ou 115V/N, résolution 0,01V
		Vp	115V ou 230V
	M	M	0,01 µH – 99,99 H
	$L+A_L$	L	0,01 µH – 99,99 H
		A_L	L/N^2 (N définissable par l'utilisateur de 1 à 999)

Avec l'adaptateur MW108 pour diodes varicap:

C+Vr	C	0,001 pF – 99999 µF
	Vr	0,00-5,0V ou 0,0 – 28,0V

Conditions de test :

Fréquences de test	100 Hz, 120 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2,5 kHz, 5 kHz, 7,8125 kHz, 12,5 kHz, 15,625 kHz, 25 kHz

Tension de test	0,5 Vrms ±10% (à vide)
Vitesse de mesure	2 mesures par seconde (sans moyennage)
Gammes	Automatique ou manuelle

Précision :

Conditions	Préchauffage d'au moins 15 minutes, 23 °C ± 5 °C
Précision de base	±0,2 % (15Ω ≤ |Z| ≤ 300kΩ et f ≤ 1kHz) Veuillez vous reporter au chapitre « PRECISION » pour plus d'information

Divers:

Connexion :	4 fils Kelvin sur connecteur CB
Protection	Protégé jusqu'à 1 Joule d'énergie, 100 VDC max (pour les condensateurs chargés)
Mise à zéro	Compensation ouvert ou fermé
Limites de compensation	Fermé: R < 20 Ω |Z| < 50 Ω Ouvert: |Z| > 10 kΩ
Fonction de tri	Sélection de la tolérance (1,2,5,10 ou 20%)
Moyennage	2 à 8 mesures consécutives

Général:

Conditions d'utilisation	0 – 50 °C, < 80% d'humidité relative
Alimentation	7.5 – 15V, 150 mA avec éclairage, <100 mA sinon
Dimensions (W x H x L)	6.125 in × 1.5 in × 3.875 in

Options:

MW108	Adaptateur pour diodes varicap
MW10	Cordon Kelvin universel 4 fils (grippe-fils)
MW-KELV	Pince Kelvin
MW-SMT	Pince deux fils pour composants CMS

TERMES ET SYMBOLES

Paramètre	Mesure	Symbole d'unité
Z	Impédance complexe	ohm, Ω
Y	Admittance, 1/Z	Siemens, S
|Z|	Module de l'impédance Z	ohm, Ω
Rs or ESR	Résistance série, partie réelle de l'impédance	ohm, Ω
X	Réactance, partie imaginaire de l'impédance	ohm, Ω
G	Conductance,	siemens, S

	Partie réelle de l'admittance (Y)	
B	Susceptance, Partie imaginaire de l'admittance	siemens, S
Cs	Capacité Série	Farad, F
Cp	Capacité Parallèle	Farad, F
Ls	Inductance Série	Henry, H
Lp	Inductance Parallèle	Henry, H
Rp	Résistance Parallèle	ohm, Ω
Q	Facteur de qualité	Sans dimension
D	Facteur de dissipation	Sans dimension
θ	Angle de phase de Z	Degré
M	Inductance mutuelle	Henry, H
N	Rapport de transformation	Sans dimension
Vp	Tension primaire (transformateur)	AC Volts, V
Vs	Tension secondaire (transformateur)	AC Volts, V

PREFIXE DES UNITES DE MESURE

Multiplicateur	Scientifique	Ingénieur	Symbole
1000000	10^6	Mega	M
1000	10^6	Kilo	k
0,001	10^{-3}	milli	m
0,000001	10^{-6}	micro	μ
0,000000001	10^{-9}	nano	n
0,000000000001	10^{-12}	pico	p

GLOSSAIRE

Bobine : Une bobine est constituée d'un enroulement de fil conducteur. Elle a la propriété de s'opposer aux variations de courant. Elle est caractérisée par son inductance.

Capacité : Grandeur caractérisant un condensateur. L'unité de mesure est le Farad (F).

Condensateur : Elément passif composé de deux armatures séparées par un diélectrique. Le condensateur a la propriété de laisser passer le courant alternatif tout en bloquant le courant continu. Voir aussi capacité et réactance.

Fréquence de test : Fréquence à laquelle la mesure des paramètres d'un composant est effectuée. La valeur d'un paramètre est plus ou prou dépendant de la fréquence.

Gamme : Gamme de résistances que l'instrument utilise pour effectuer les mesures.

Impédance : Grandeur complexe définissant un composant passif. Elle comprend une partie réelle (résistance) en série avec une partie imaginaire (réactance). Une résistance pure n'a pas de réactance, tandis que les bobines et les condensateurs parfaits n'ont pas de résistance.

Inductance : Propriété d'une bobine à s'opposer à tout changement de courant. L'inductance d'une bobine s'exprime en Henry (H).

Paramètre : Propriété électrique mesurée. Le paramètre principal est la propriété la plus communément recherchée du composant (capacité, Inductance, Résistance). Le paramètre secondaire de moindre importance caractérise les pertes dans le composant (facteur de qualité, de dissipation, angle de phase).

Précision : Différence entre la valeur mesurée et la vraie valeur du composant. La précision est exprimé comme un pourcentage pour le paramètre principal. Le précision dépend de la valeur de l'impédance et de la fréquence. En règle générale la précision du paramètre secondaire est une grandeur absolue.

Précision de base : La précision du pont RLC dépend d'un certain nombre de paramètres comme la fréquence et l'impédance. La précision de base est la précision de l'instrument dans des conditions optimum, c'est à dire à une fréquence de 1 kHz et pour des impédances comprises entre 10 Ω et 100 kΩ.

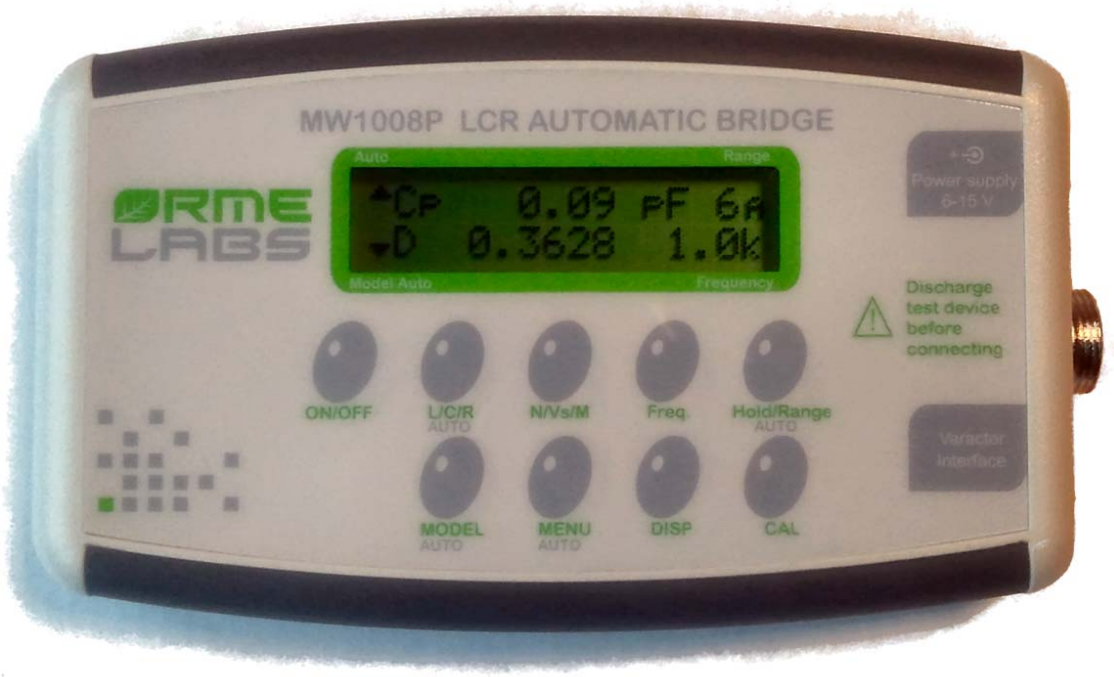
Résistance source : Résistance en série avec le générateur de signal de test. Cette résistance est liée à la gamme d'impédance.

Résolution : La plus petite valeur qui peut être représenté sur l'afficheur de l'instrument. Ne pas confondre cette grandeur avec la précision.

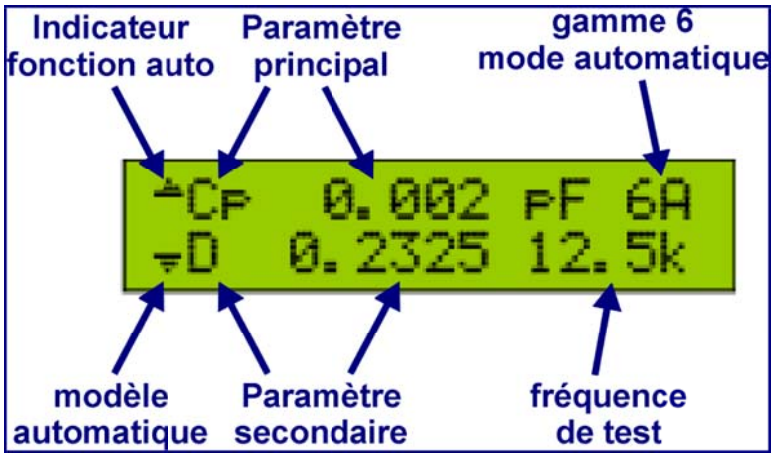
Tension de test : C'est la valeur efficace de la tension alternative que délivre l'instrument pour engendrer un courant dans le composant. La résistance source ainsi que l'impédance du composant font que la tension réelle aux bornes de celui-ci sera toujours inférieure à cette valeur.

GENERALITES

Cette partie donne une vue d'ensemble sur les caractéristiques du MW1008P. Pour des plus amples informations veuillez vous reporter à la partie Utilisation.



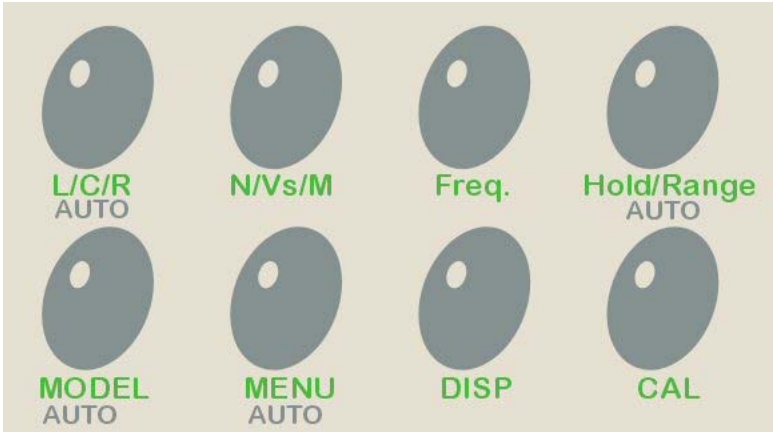
AFFICHAGE



Les deux lignes de l'afficheur LCD montrent les valeurs mesurées, les paramètres sélectionnés, le statut de l'instrument et différents messages. En mode de mesure normal le paramètre principal (**L, C, R, |Z|, G**) est affiché sur la première ligne tandis que le paramètre secondaire associé (**Q, D, X, θ, B**) est affiché sur la deuxième ligne. La position du point décimal est ajustée automatiquement selon la fonction. Le symbole **Δ** devant le paramètre principal indique que la mesure est une mesure relative ou un écart absolu par rapport à une valeur nominale. La présence d'une flèche à gauche de la première ligne indique que l'instrument est en mode de paramètre automatique. La présence d'un même flèche à gauche de la seconde ligne indique que l'instrument est placé en mode modèle automatique. La gamme d'impédance est indiquée à droite de la première ligne. Une lettre 'A' devant le numéro de gamme indique que l'instrument est en mode de changement de gamme automatique. En mode manuel ou en mode maintien ce caractère devient un "H" clignotant. La fréquence de test en cours est affichée à droite de la deuxième ligne. Le mot « USER » est affiché en lieu et place de la fréquence si la fréquence utilisateur est sélectionnée.

CLAVIER

Le clavier est utilisé pour sélectionner la fonction de l'instrument et pour configurer certains paramètres. Certaines touches ont deux fonctions, selon que l'on appuie normalement ou plus de deux secondes sur la touche. La fonction secondaire est notée en vert clair sur la face avant.



L/C/R

Cette touche sélectionne le paramètre de mesure, paramètres de transformateurs mis à part. En pressant plusieurs fois cette touche on change manuellement la fonction de l'instrument ([L+Q] or [L+A_L], [C+D], [R+Q], [|Z|+θ], [R+X], [G+B]). Lorsque la touche est appuyée pendant plus de deux secondes l'instrument se configure en mode paramètre automatique. Dans ce mode l'instrument choisit la fonction la plus appropriée compte tenu de la valeur de l'angle de phase et du module de l'impédance. Ce mode est signalé par la présence d'une flèche en haut à gauche de l'afficheur. les différentes fonctions sont décrites ci-dessous. Le mode [L+A_L] remplace le mode [L+Q] lorsque l'instrument est configuré en mode A_L (voir la touche **MENU**)

n/Vs/M

Cette touche sélectionne les paramètres de mesure sur transformateurs. En appuyant plusieurs fois sur cette touche on sélectionne la fonction désirée ([N+θ], [1/N+θ], [Vs+Vp], [M+θ]).

[N+θ]	Rapport du nombre de spires et déphasage primaire/secondaire
[1/N+θ]	Rapport inverse du nombre de spires et déphasage primaire/secondaire
[Vs+Vp]	Tension secondaire et tension primaire
[M+θ]	Inductance mutuelle et déphasage primaire/secondaire

Frequ.

La touche **Frequ.** sélectionne une parmi les 11 fréquences de test disponibles: 100 Hz, 120 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2,5 kHz, 5 kHz, 7,8125 kHz, 12,5 kHz, 15,625 kHz , 25 kHz et USER. La fréquence est indiquée sur la deuxième ligne de l'afficheur au-dessus de la touche. Lorsque la fréquence utilisateur est sélectionnée le mot USER est affiché en lieu et place de la fréquence. La fréquence est définie dans l'une des options du MENU.

Hold/Range

La touche **Hold/Range** sélectionne la gamme d'impédance appropriée pour le composant sous test. Si l'instrument est en mode automatique (la lettre « A » est visible devant le numéro de gamme), l'appui sur cette touche permet de geler la gamme la cours et l'instrument passe en mode manuel. Un « H » clignotant apparaît devant le numéro de gamme. Des appuis successifs permettent de choisir une gamme d'impédance déterminée (1 à 6). Un appui

prolongé sur cette touche permet de revenir au mode automatique (mode normal de l'instrument).

MODEL

Cette touche permet de choisir entre les circuits équivalents série ou parallèle servant au calcul des paramètres. Un appui prolongé fait basculer l'instrument en mode modèle automatique. Dans ce cas l'instrument détermine le modèle le plus généralement approprié.

MENU

La touche (MENU) permet d'accéder à un certain nombre de paramétrage et fonctions annexes. L'état ou la valeur de chaque option est affichée sur la première ligne. Pour se déplacer dans le menu appuyez sur une des deux touches se trouvant sous les deux flèches affichés sur la deuxième ligne de l'afficheur.

menu	Valeur par Défaut	Rôle
Light (éclairage)	ON	L'éclairage peut être activé (ON) ou désactivé (OFF). Pour le désactiver appuyez sur la touche sous l'option « OFF ».
Sound	ON	Activation du buzzer
Averaging	ON	Activation du moyennage
Numb. Avrg.	4	Nombre de valeurs pour la moyenne
Varactor (varicap)	OFF	Cette option nécessite l'option MW108 de MW Instruments. Lorsque cette option est validée l'instrument est placé en mode de mesure des diodes varicap. Pour retourner en mode normal désactivez le mode varicap.
User f	1.25 kHz	Modification de la fréquence utilisateur
Sorting (tri)	OFF	Utilisez cette fonction pour trier des composants. 1- Lorsque cette fonction est validée l'utilisateur peut alors déterminer le pourcentage, la valeur nominale et le type d'indication dans/hors tolérance. Appuyez sur la touche sous l'option NEXT pour définir la tolérance. 2- Lorsque la tolérance est définie, pressez la touche sous la flèche gauche permet de définir la valeur nominale du composant. Un curseur apparaît sous le premier chiffre de la valeur. Appuyez sur la touche « Change » pour incrémenter le chiffre sélectionner. Appuyez sur la touche NEXT pour passer au chiffre suivant. La dernière position correspond à l'unité (M=Mega, k=kilo, etc…). Lorsque la valeur désirée

		est définie pressez la touche OK pour mémoriser la valeur. 3- Un appui sous la flèche droite permet de valider le buzzer lorsqu'un composant satisfait aux limites précédemment définies. **NONE** : buzzer inactif lors du tri **SHORT** : bip court lorsque la valeur du composant est dans la fourchette. **LONG** : bip long dans les mêmes conditions. 4- Un appui sous la flèche droite permet d'activer oui non le rétro-éclairage pour indiquer le résultat du tri. La valeur par défaut est OUI. 5- Un appui sur la touche (MENU) permet de sauvegarder les paramètres de configuration en mémoire non-volatile. 6- Pour utiliser le mode tri placez l'instrument en mode relatif (touche (DISP.)) 7- Pour désactiver le mode tri appuyez sur la touche (MENU) puis sélectionnez l'option SORTING OFF. Appuyez sur la touche Menu puis sauvegardez ou non la nouvelle configuration.
Mesure de A_L	OFF	Activez cette fonction pour obtenir un calcul de la valeur A_L d'un noyau magnétique. Appuyez sur la flèche « suivant » pour entrer le nombre de tours de fils enroulés sur le noyau. Un curseur est affiché sous le dernier chiffre de la valeur. Utilisez la même procédure que pour la modification de l avaleur nominale servant au tri (voir plus haut). Les valeurs permises vont de 1 à 999 spires. Pour avoir une bonne précision il est conseillé de réaliser au moins 10 spires uniformément réparties sur le noyau. Lorsque le nombre de tours est entré appuyez sur la touche OK. Lorsque cette fonction est validée l'instrument affiche la valeur [L+A_L] en lieu et place de [L+Q] en mode normal. Pour retourner en mode normal dé-sélectionnez cette option.

DISP.

La touche (DISP.) définit la manière dont la valeur d'un composant sera affichée. Des appuis successifs sur cette touche permet d'obtenir les types d'affichage suivants :
La valeur mesurée, l'écart de la valeur par rapport à la valeur courante et l'écart en pourcentage par rapport à la valeur courante.

CAL

La touche (CAL) permet d'accéder aux fonctions de calibration ouvert/fermé. Un menu s'affiche sur la deuxième ligne de l'écran affichant **Open Short Exit.** Ces options permettent une mise à zéro de l'instrument, en court-circuit ou en circuit ouvert pour la

fréquence de test en cours. Un appui prolongé réalise la même opération mais à toutes les fréquences. Dans ce dernier cas l'écran affiche **OPEN SHORT Exit.** (en lettres majuscules).

UTILISATION

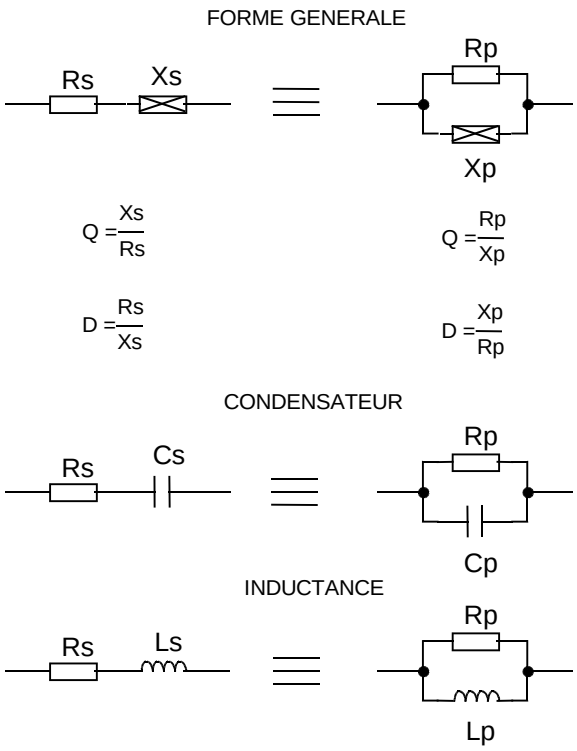
MISE EN ROUTE DE L'INSTRUMENT

L'instrument peut être alimenté soit par une pile 9V soit par une source de tension continue externe. Dans ce dernier cas l'alimentation doit être bien filtrée et sa tension doit être comprise entre 8 et 15V. La consommation est de 200mA environ lorsque le rétro éclairage est activé. Dans le cas d'une alimentation par pile on utilisera de préférence une batterie rechargeable. Une message de batterie faible est affiché lorsque la tension descend en dessous de 7V. Dans ce dernier cas le rétro éclairage de l'afficheur est automatiquement invalidé. Nous vous conseillons d'ailleurs de ne pas utiliser le rétro éclairage lorsque l'instrument est alimenté par piles, ce qui permet de diviser par deux la consommation de l'instrument. Le changement de pile nécessite l'ouverture du boîtier. Pour cela ôtez les quatre coins en plastique puis dévissez les quatre vis.

COMPOSANTS PASSIFS

Un composant passif non-idéal (résistance, condensateur, inductance) peut être représenté par une partie réelle (résistance) en série ou en parallèle avec une composante réactive (condensateur ou inductance). L'impédance est fonction de la fréquence. Les modèles série et parallèle sont mathématiquement équivalent et on peut passer de l'un à l'autre par les équations ci-dessus.

Normalement un modèle est plus approprié que l'autre dans des conditions de mesure données, c'est à dire lorsque la résistance série ou parallèle représente une grandeur physique réelle. Normalement un modèle est plus approprié que l'autre dans des conditions de mesure données, c'est à dire lorsque la résistance série ou parallèle représente une grandeur physique réelle. Certains composants sont testés dans des conditions standards de l'industrie. Les condensateurs électrochimiques par exemple sont souvent mesurés avec le modèle série Rs+Cs, donc l'ESR (résistance série équivalente) peut être mesurée avec le MW1008P à la fréquence maximum de 25 kHz. Cette résistance inclut des paramètres comme l'absorption diélectrique et les pertes ohmiques dues aux connexions. Les condensateurs de fortes valeurs devraient être



$$Q = \frac{Xs}{Rs} \qquad Q = \frac{Rp}{Xp}$$

$$D = \frac{Rs}{Xs} \qquad D = \frac{Xp}{Rp}$$

$$Rs = \frac{Rp}{1+Q^2} \qquad Rp = Rs(1+Q^2)$$

$$Cs = Cp(1+D^2) \qquad Cp = \frac{Cs}{1+D^2}$$

$$Ls = \frac{Lp}{1+\frac{1}{Q^2}} \qquad Lp = Ls\left(1+\frac{1}{Q^2}\right)$$

mesurés sous une basse fréquence tandis que les condensateurs de faibles valeurs seront mesurés avec la fréquence la plus haute.
En ce qui concerne les inductances la résistance parallèle modélisera en général les pertes dans le noyau tandis que la résistance série modélisera la résistance du bobinage.
Les fortes inductances seront de préférence modélisées avec le modèle parallèle, la réactance étant dans ce cas prépondérante par rapport à la résistance série. Les inductances de faibles valeurs seront quand à elles représentées par le modèle série, leurs réactances étant faibles. Afin d'obtenir une meilleure précision les fortes inductances seront analysées avec la fréquence la plus faible, tandis que les faibles inductances seront au contraire analysées avec la fréquence la plus haute.
Le MW1008P peut déterminer automatiquement le modèle le plus généralement approprié (série pour les impédances inférieures à 1000Ω, parallèle au-dessus de 1000Ω). Toutefois l'utilisateur peut toujours sélectionner le modèle de son choix en appuyant sur la touche **MODEL** . On peut retourner en mode de sélection automatique par un appui prolongé sur cette même touche.
Le coefficient de qualité Q est le rapport entre la partie imaginaire de l'impédance et sa partie réelle. Pour les inductances, une valeur élevée de Q dénote un meilleur composant en terme de pureté. Une valeur de Q proche de zéro au contraire signifie que l'élément est proche d'une résistance pure. Mis à part la dissipation dans le noyau magnétique, la qualité d'un élément inductif dépend principalement de la résistance ohmique du bobinage. La valeur du coefficient de qualité dépend de la fréquence.
Le facteur de dissipation D est couramment utilisé pour qualifier les condensateurs de tous types. Il est l'inverse de Q, D = 1/Q et représente donc le rapport entre la partie réelle et imaginaire de l'impédance du condensateur à une fréquence donnée. Une faible valeur de D dénote un condensateur à faibles pertes.
Le principe de mesure permet la mesure de l'angle de phase entre -180° et +180° avec une résolution de 0,01°. La mesure des paramètres s'effectue avec une précision de base de ±0,2% pour des composants dont la valeur Q est supérieure à 10 (D<0,1), ce qui correspond à un déphasage de ±84° environ (voir le chapitre précision pour plus de détails).
Il faut cependant noter que les valeurs obtenues lors de la mesure de bobinages à noyau ferromagnétiques peuvent être sensiblement différentes des valeurs correspondant à leur utilisation. Ceci provient du comportement non linéaire du noyau vis à vis des différences de magnétisation entre l'utilisation et la mesure. Il est possible de connaître le courant traversant le bobinage en mesurant les paramètres R et X et en connaissant la résistance source. La résistance source dépend de la gamme, elle est de 100Ω pour les gammes 1 et 2 par exemple.

On aura $i = Vs/\sqrt{((Rs+R)^2+X^2)}$ avec Vs = 0,5 Veff (tension de test à vide).

Exemple : Lors de la mesure d'un bobinage on mesure R = 2 Ω et X = 43 Ω. La gamme déterminée par l'instrument est la gamme N°2, qui possède une résistance source de 100 Ω environ. Le courant traversant notre bobinage aura une valeur
$i = 0,5/\sqrt{(100+2)^2+43^2} = 4,5$ mA

PARAMETRES AFFICHES

L+Q Inductance et facteur de qualité. L'inductance est affichée sur la première ligne de l'écran LCD. Les unités de l'inductance sont H, mH ou µH. Q est le rapport de la partie imaginaire de l'impédance sur sa partie réelle et n'a pas d'unité. La valeur de Q est la même pour les deux types de représentation (série ou

parallèle). Si Q est positif le composant est de nature inductive, capacitive dans le cas contraire.

L+A_L Inductance et paramètre A_L. Ces paramètres se substituent aux paramètres L+Q lorsque le mode est sélectionné. L'inductance L à la même définition que ci-dessus. La valeur de A_L est calculée à partir de la valeur de l'inductance et d'un nombre de spires prédéfini. $L = n^2 \times A_L$

C+D Capacité et facteur de dissipation. La capacité est affichée sur la première ligne. La capacité est soit la capacité série équivalente (Cs) soit la capacité parallèle équivalente (Cp). Les unités de la capacité sont pF, nF, µF ou mF. D est le rapport de la partie réelle de l'impédance sur sa partie réelle, ou 1/Q. Un bon condensateur à une faible résistance série, donc un faible D. Si la capacité affichée est négative alors le composant est inductif.

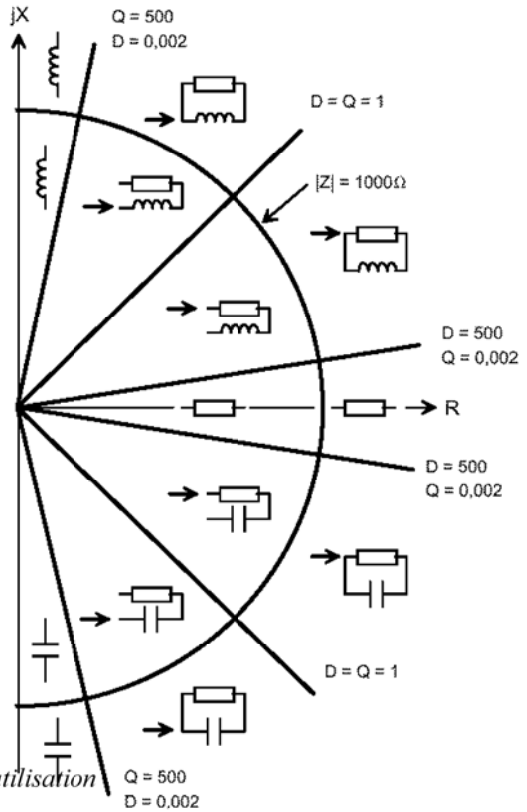
R+Q La résistance est soit la résistance série (Rs) ou la résistance parallèle (Rp) du composant sous test. Les unités de la résistance sont Ω, kΩ ou MΩ. La résistance est affichée sur la première ligne. Q est affiché sur la seconde ligne.

|Z|+θ Module de l'impédance et angle de phase. Le module de l'impédance est affiché sur la première ligne. L'angle de phase est affiché sur la seconde ligne et correspond au déphasage entre le courant et la tension pour la fréquence de test considérée. Normalement l'angle de phase est compris entre -90° et +90° pour des composants passifs, toutefois l'instrument est capable de mesurer des angles de phase compris entre -180.00° et +179.99°. Un angle de phase négatif indique un composant capacitif, tandis qu'un angle de phase négatif dénote une nature inductive. Les bons condensateurs auront un angle de phase très proche de 90°. Une résistance aura généralement un angle de phase très proche de 0°.

R+X Résistance et Réactance. La résistance est affichée sur la première ligne, la réactance sur la deuxième ligne. Ces deux valeurs correspondent respectivement à la partie réelle et imaginaire du composant et s'expriment en Ω, kΩ ou MΩ.

G+B Conductance et Susceptance. La conductance est affichée sur la première ligne, la susceptance sur la deuxième ligne. Ces deux valeurs représentent respectivement la partie réelle et imaginaire de l'admittance Y = 1/Z et s'expriment en S, mS ou µS.

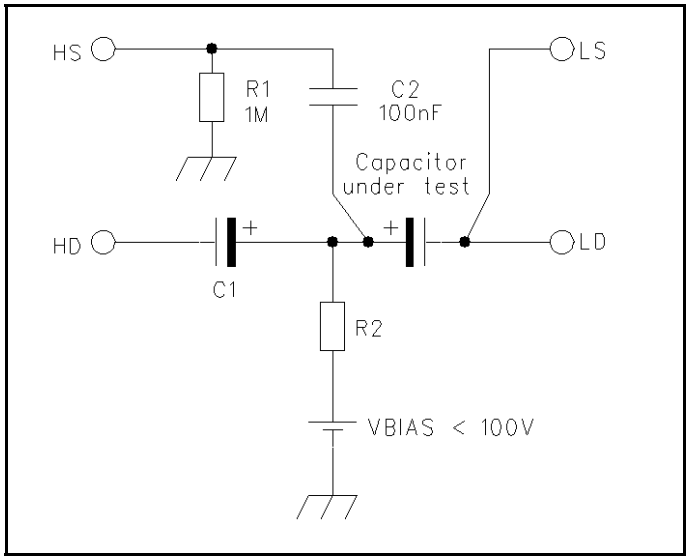
AUTO Un appui prolongé sur la touche L/C/R fait basculer l'instrument en mode automatique. L'instrument détermine alors la fonction qui lui semble la plus approprié selon certains critères résumés dans le diagramme ci-contre. Lorsque l'impédance st inférieure à 10 mΩ la fonction résistance sera automatiquement sélectionnée.



Note: Des bobinages avec une valeur de Q < 1 ne seront pas automatiquement détectés. Le MW1008 se positionnera en fonction résistance. Augmentez alors la fréquence de test ou forcez le mode L+R pour obtenir la valeur de l'inductance.

POLARISATION DES CONDENSATEURS ELECTROCHIMIQUES

Le MW1008P génère un signal sinusoïdal de 0,5Veff centré sur 0V. Dans certains cas il peut être nécessaire de polariser le condensateur pour éviter l'inversion de polarité aux bornes du condensateur. Ceci peut être réalisé simplement par le circuit ci-dessous (valable pour les gammes d'impédances 1 et 2).



Le point LD correspond à une masse virtuelle, le condensateur est donc polarisé par la tension externe VBIAS. Cette tension doit être bien filtrée, on évitera l'utilisation d'alimentation à découpage. Pour des raisons de sécurité on limitera à 40V la tension maximum de polarisation. La valeur du condensateur C1 devra être telle que son impédance soit faible devant la résistance source (100 Ω pour les gammes 1 et 2) à la fréquence de test. Une valeur de 470 µF/63V sera suffisante dans la majorité des cas. La valeur de la résistance R2 sera de 390 Ω. Une calibration en circuit fermé devra être réalisée en remplaçant le condensateur par un court-circuit. Il faudra attendre que l'affichage se stabilise à cause des constantes de temps du circuit. Il est possible d'utiliser ce circuit pour des faibles capacités, il faut dans ce cas adapter la résistance R2 et le condensateur C1 à la résistance source. On choisira R2 de sorte que sa valeur soit grande devant la résistance source, car on est en présence d'un pont diviseur qui va diminuer l'amplitude du signal de test aux bornes du condensateur sous test, et par conséquent diminuer la précision et augmenter le bruit. De même C1 doit être suffisamment grand pour ne pas trop augmenter la résistance source. On prendra pour R2 une valeur 4 ou 5 fois supérieur à la résistance source, et pour C1 une valeur telle que sa réactance soit négligeable par rapport à la résistance source pour la fréquence de 100Hz.

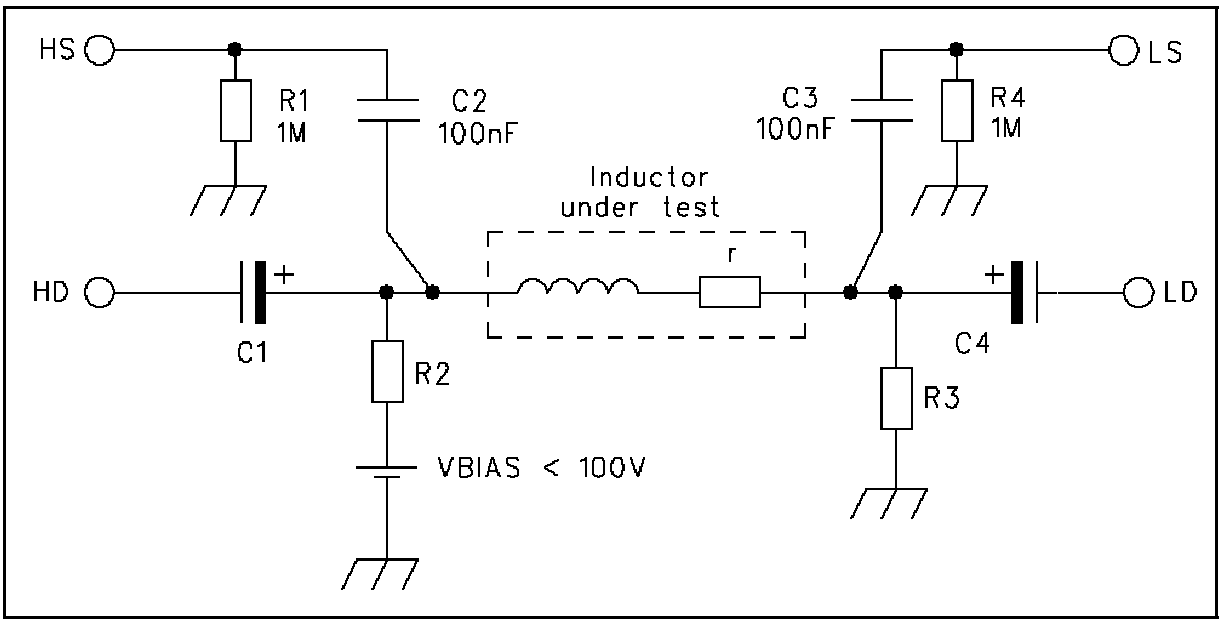
Gamme	Rsource	C1	R2
1	100 Ω	470 µF	390 Ω
2	100 Ω	470 µF	390 Ω
3	1 kΩ	47 µF	3,9 kΩ
4	10 kΩ	4,7µF	39 kΩ
5	100 kΩ	470 nF	390 kΩ
6	100 kΩ	470 nF	390 kΩ

La gamme peut être déterminée en mesurant préalablement le condensateur normalement et en notant la gamme affichée par l'instrument à droite de la première ligne, l'instrument étant bien entendu positionné en mode de changement de gamme automatique. Vous pouvez aussi

déterminer la gamme en calculant la réactance du condensateur à la fréquence de test utilisée pour la mesure. Veuillez vous reporter au chapitre « Gammes d'Impédances » pour plus d'informations sur les gammes d'impédances.

POLARISATION DES BOBINES

Les bobines tout comme les enroulements de transformateur peuvent être polarisés par un courant afin d'effectuer la mesure dans des conditions proches de la réalité.



Pour des mesures en gammes 1 ou 2 on prendra les valeurs suivantes :

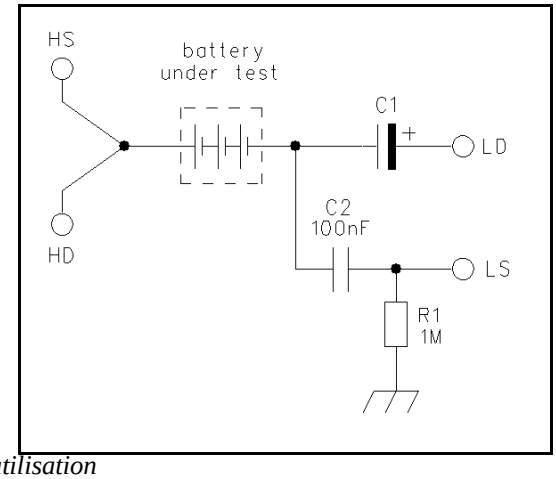
R2 = R3 = 390 Ω/1W
C1 = C4 = 470 µF/160V

Le courant de polarisation vaut I_o = VBIAS/(R2+R3+r)

Lorsque l'on utilise ce circuit on évitera de déconnecter la bobine lorsqu'elle est parcourue par le courant constant. Il faut réduire la tension VBIAS jusqu'à 0V afin de décharger la bobine. L'ouverture du circuit peut engendrer une très forte tension qui peut être mortelle si l'inductance est élevée.

MESURE DE LA RESISTANCE INTERNE DE BATTERIES

La résistance interne des batteries peut être mesurée par le circuit ci-contre. La tension continue est isolée par le condensateur C1 = 47µF. La résistance interne sera généralement mesurée à 1 kHz. Avant d'effectuer la mesure proprement dite on réalisera un calibration en court-circuit en remplaçant la batterie par un court-circuit. La mesure est effectuée

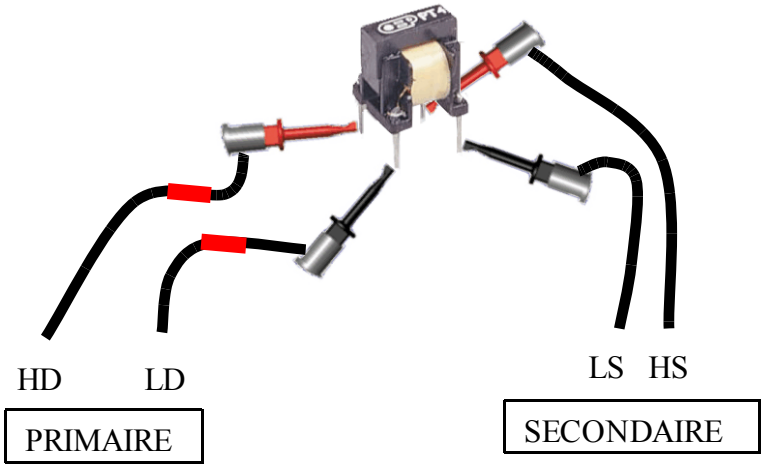


à vide. Il est possible de connecter momentanément une résistance en parallèle sur la batterie afin de la faire débiter. Il suffira de faire un petit calcul afin de retrouver la résistance interne réelle.

MESURES SUR TRANSFORMATEURS

Le MW1008P possède une fonction spéciale pour la détermination du rapport de nombre de spires entre le primaire et le secondaire d'un transformateur, le calcul de la tension secondaire équivalente pour un transformateur d'alimentation et pour l'estimation de l'inductance mutuelle entre le primaire et le secondaire.
L'utilisation de cette fonction nécessite le cordon de test à 4 fils MW10 munis de quatre grip-fils. Pour utiliser ce mode pressez la touche **n/Vs/M**.

Le primaire du transformateur sera connecté sur les fils HD et LD (munis d'un manchon rouge). Le secondaire sera connecté sur les deux autres fils. La calibration Ouvert/Fermé ne doit pas être utilisé. Le primaire doit être l'enroulement comportant le plus grand nombre de spires. En cas d'inversion l'instrument affichera le message de dépassement « OVERFLOW » sur les gammes 2 et 3.



L'instrument possède 3 gammes de mesure selon la valeur du rapport de nombre de spires. L'instrument se positionne sur la première gamme qui permet la mesure la plus étendue. Dans cette gamme la tension primaire est atténuée par l'emploi d'une résistance source plus élevée, ce qui permet une plus grande étendue de mesure de la tension présente au secondaire du transformateur. L'étendue réelle dépend de plusieurs facteurs tels que l'impédance du primaire du transformateur à la fréquence de test en cours. Lors du test d'un transformateur élévateur on devrait choisir une fréquence telle que l'impédance du primaire soit inférieure à 100Ω pour obtenir une mesure de N^{-1} jusqu'à 10. Une valeur d'impédance primaire plus faible permet de mesurer un rapport de transformation plus élevé.

Gamme	N^{-1}
1	1 .. 10
2	0,1 .. 1
3	0 .. 0,1

Les paramètres suivants sont affichés par des appuis successifs sur la touche **n/Vs/M** pour la caractérisation de transformateurs.

N+θ Le paramètre principal **N** donne le rapport du nombre de spires entre l'enroulement primaire et l'enroulement secondaire. Le déphasage primaire/secondaire ainsi que la fréquence de test sont indiqués sur la seconde ligne.

N^{-1}+θ En pressant une deuxième fois la touche **n/Vs/M** l'instrument affiche le rapport inverse $n^{-1} = 1/n$.

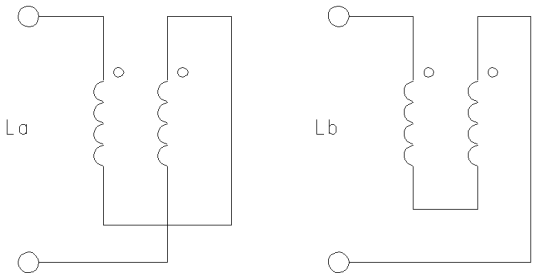
Vs+Vp Tension secondaire et tension primaire. Dans le cas où l'on effectue des mesures sur un transformateur d'alimentation secteur l'instrument peut calculer la tension secondaire pour une tension primaire de 230V ou 115V en partant de la valeur n mesurée. Appuyez sur la touche **n/Vs/M** jusqu'à ce que les paramètres Vs et Vp apparaissent.

La tension primaire par défaut est 230V. Pour passer en 115V pressez la touche **Menu**.

La deuxième ligne présente les deux options possible. Pressez la touche sous 115 pour sélectionner la tension primaire virtuelle de 115V. Les crochets vont se déplacer vers [115]. Pressez la touche sous EXIT pour revenir aux paramètres Vs/Vp et afficher la tension secondaire pour un primaire de 115V cette fois ci.

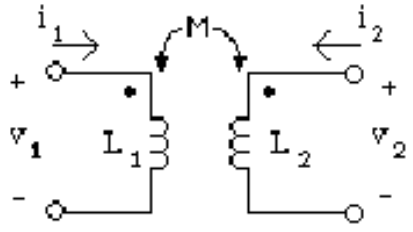
M+θ Inductance mutuelle et déphasage primaire/secondaire. L'inductance mutuelle est mesurée en mesurant le courant primaire et la tension secondaire du transformateur. Cette méthode directe peut être imprécise aux fréquences les plus élevées à cause des éléments parasites du transformateur. En cas de dépassement de capacité le message OVERFLOW apparaît. Changez alors de gamme d'impédance en pressant la touche **Hold/Range** . Il est conseillé de commencer par la gamme la plus basse puis de changer de gamme jusqu'à obtenir un résultat. Le mode automatique ne doit pas être utilisé pour cette fonction.

La détermination de l'inductance mutuelle peut aussi s'effectuer en mesurant l'inductance formée par la mise en série des deux enroulements, en les connectant dans les deux configurations possibles comme indiqué dans la figure ci-contre. La valeur de M est alors :
$M = (L_a - L_b)/4$. On pourra comparer les résultats des deux méthodes.



En savoir plus sur l'inductance mutuelle

Lorsque deux bobines sont au voisinage l'une de l'autre le flux créé par l'une peut s'établir dans l'autre. Le coefficient d'induction mutuelle est le rapport du flux produit par la bobine 1 dans la bobine 2, au courant qui parcourt la bobine 1.



$$v_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt}$$

$$v_2 = M \frac{di_1}{dt} + L_2 \frac{di_2}{dt}$$

TRI DE COMPOSANTS

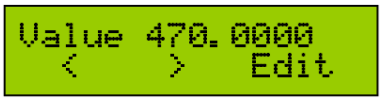
Le MW1008P permet la comparaison de composants par rapport à une valeur pré-établie. L'instrument va calculer la différence par rapport la valeur préprogrammée, qui pourra être affichée sous forme d'écart absolu ou de pourcentage.

Pour accéder à la fonction tri pressez la touche Menu. Pour les autres options du menu veuillez vous reporter à la description de la touche **Menu** décrite à la page 9.

Pressez la touche sous la flèche droite (n/Vs/M) jusqu'à ce que l'option **Sorting** apparaisse. Validez la fonction en pressant la touche sous [ON].

Pour définir le pourcentage de tolérance pressez la touche sous l'option **Next** jusqu'à ce que la tolérance désirée soit obtenue. Les valeurs possibles sont 1%, 2%, 5%, 10%, et 20%.
Pressez la touche sous la flèche droite.

Entrez la valeur nominale du composant. Pour ce faire pressez la touche sous l'option EDIT.



Un curseur apparaît sous le chiffre à modifier. Pour changer le chiffre pressez la touche sous l'option CHANGE. Le chiffre va s'incrémenter de une unité à chaque appui. Pour passer au chiffre suivant pressez la touche NEXT. Le curseur va se déplacer sous le chiffre suivant. Modifier ainsi la valeur jusqu'à obtenir la valeur souhaitée. L'unité à la fin du nombre peut aussi être modifié. Les options disponibles sont p (pico, 10^{-12}), n (nano,10^{-9}), µ (micro,10^{-12}), m (milli,10^{-3}), blanc (tel qu'affiché), k (kilo,10^{3}), et M (Mega,10^{6}). Lorsque la valeur est entrée pressez la touche sous l'option OK.
La valeur entrée apparaît maintenant sur la première ligne.
Pressez la touche sous la flèche droite.

Configurer la notification d'alerte quand le composant mesuré satisfait aux conditions de tri. La notification est un bip court par défaut. Pour changer cette option pressez la touche sous l'option Next. Les options possibles sont SHORT (bip court), LONG (bip long), NONE (pas de bip). Pressez la touche sous la flèche droite.

L'option "backlight" (rétro-éclairage) permet de configurer le rétro-éclairage comme indicateur visuel lorsqu'un composant se trouve dans la tolérance spécifiée. Ne pas confondre cette option avec la configuration du rétro-éclairage qui se trouve dans le menu principal de configuration. Notez que le rétro-éclairage doit être validé pour cette option.

La valeur par défaut est YES, ce qui signifie que le rétro-éclairage de l'écran s'allumera si et seulement si la valeur du composant se trouve dans la fourchette admise. Pour invalider cette fonction pressez la touche sous l'option [NO]. Pressez la touche sous la flèche droite.

Pour sauvegarder la configuration courante pressez la touche sous YES. La configuration sera mémorisée en mémoire non volatile et sera conservée même après un arrêt de l'instrument. Choisissez l'option [NO] si vous ne voulez conserver les paramètres après un arrêt marche.

Pour utiliser le mode TRI l'instrument doit être configuré en mode de mesure relative par un appui sur la touche **DISP.**. En mode tri l'instrument se place automatiquement en mode manuel en gardant la gamme d'impédance en cours. Vous pouvez changer manuellement la gamme, mais il est plus simple de mesurer un élément en mode normal (automatique) avant d'activer la fonction tri, l'instrument gardant alors la gamme la plus appropriée. Le mode manuel permet d'obtenir une réponse plus rapide, l'instrument n'ayant pas à chercher la gamme d'impédance pour chaque mesure. C'est d'ailleurs un des rares cas où le mode manuel doit être utilisé.

MODELES SERIE ET PARALLELE

La touche **MODEL** permet de choisir l'un ou l'autre modèle. Veuillez aussi vous reporter au paragraphe « Composants Passifs » plus haut. En cas de doute utilisez le mode automatique par un appui prolongé sur cette touche ou bien le modèle série qui est le plus généralement approprié.

TYPES D'AFFICHAGE

La touche **DISP.** permet de sélectionner un type d'affichage parmi trois possibilités. Des appuis successifs sur la touche **DISP.** permet d'obtenir les types d'affichage suivants :

- La valeur mesurée
- L'écart de la valeur par rapport à la valeur courante. Le symbole Δ à côté du paramètre mesuré indique que cette fonction est active. Si le mode tri est actif le message PASS-FAIL sera affiché sur la seconde ligne selon la valeur du composant, de la valeur nominale et du pourcentage définis par l'utilisateur.
- L'écart en pourcentage par rapport à la valeur courante. Le symbole Δ ainsi que l'unité en % indique que cette fonctionnalité est activée.

CONDITIONS DE TEST

FREQUENCES DE TEST

Il y a dix fréquences de test possibles: 100 Hz, 120 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1.0 kHz, 2.5 kHz, 5 kHz, 10 kHz, 12,5 kHz, 15,625 kHz et 25 kHz. Une fréquence supplémentaire peut être définie par l'utilisateur parmi plus de 500 fréquences possibles entre 100 Hz et 25 kHz. La précision des fréquences est de ±0,01 % (100 ppm). La fréquence de test en cours peut être changée en appuyant sur la touche **Frequ.** . La fréquence est indiquée à droite de la deuxième ligne.
La fréquence de test la plus généralement employée est 1 kHz. C'est la fréquence pour laquelle la précision de l'instrument est optimale. Les condensateurs et les bobines de fortes valeurs seront testés avec la fréquence la plus basse, tandis que les faibles capacités et les faibles inductances seront mesurées avec la fréquence la plus élevée. Le grand choix de fréquences permet par exemple le test de transformateurs audio sur toute l'étendue du spectre audible. La fréquence de 120 Hz ne doit pas être utilisée lorsque l'instrument est configuré pour une fréquence secteur de 50Hz, de la même façon la fréquence de 100 Hz ne doit pas être utilisée pour une fréquence secteur de 60 Hz.

La fréquence utilisateur permet de choisir avec précision une fréquence particulière. Pour sélectionner la fréquence appuyez sur la touche **Frequ.** jusqu'à l'obtention du message « USER » en lieu et place de la fréquence. Pour connaître ou modifier cette fréquence appuyez sur la touche **MENU** . Sélectionnez l'option « Usr f » à l'aide des boutons sous les flèches ← et →. Pour modifier la fréquence pressez la touche sous « Edit ».
La fréquence est déterminée à l'aide de deux paramètres N1 et N2 selon la formule suivante :

$f = 125\ kHz / (N1 \times N2)$

La limite maximale admissible est de 25 kHz obtenue pour N1=5 et N2=1. La limite basse fonctionnelle est d'environ 90 Hz. N1 peut être ajusté entre 2 et 255. N2 peut prendre les valeurs 1, 2 4 ou 8.

Nota : l'instrument procède à une extrapolation des coefficients de calibration lorsqu'une mesure est effectuée avec la fréquence utilisateur. La précision s'en trouve altérée.

Modification des coefficients N1 et N2 :

Touche **L/C/R** : Incrémente N1 de 10 unités

Touche **n/Vs/M**: Incrémente N1 d'une unité

Touche **MODEL**: Décrémente N1 de 10 unités

Touche **MENU** : Décrémente N1 d'une unité

Touche **Frequ.**: Multiplie N2 par 2

Touche **DISP.** : Divise N2 par 2

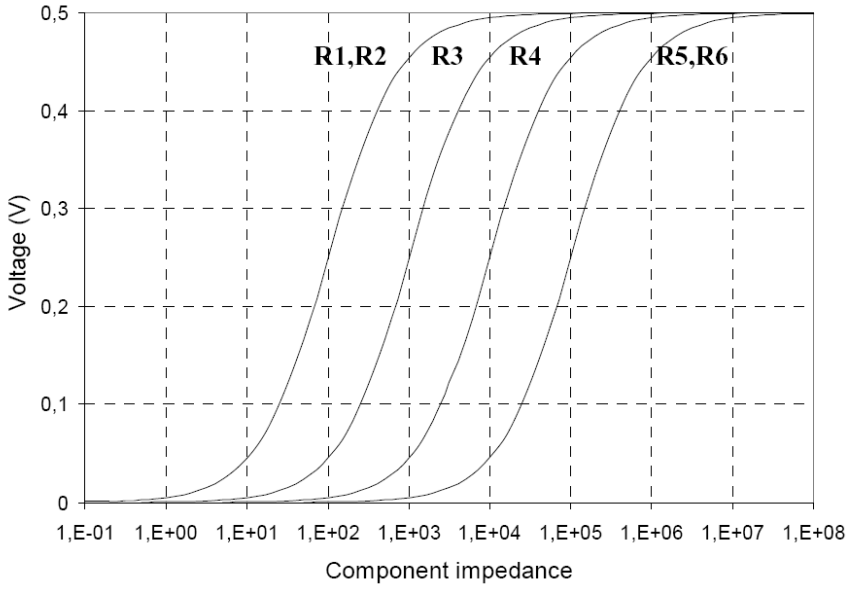
GAMMES D'IMPEDANCES

Le MW1008P possède 6 gammes d'impédance (R1-R6). La gamme d'impédance peut être sélectionnée manuellement ou l'instrument peut être configuré en mode de changement de gamme automatique, qui est le mode normal de l'instrument. La gamme en cours est indiqué à droite de la première ligne de l'écran. La lettre devant le numéro de gamme indique si l'instrument se trouve en mode automatique (A) ou en mode manuel (H clignotant). Un appui prolongé sur la touche **Hold/Range** fait basculer l'instrument en mode automatique. Un appui normal permet de geler le gamme en cours. Des appuis successifs permettent de choisir la gamme désirée. Le tableau ci-contre donne les limites d'impédances pour chacune des gammes. F correspond à la fréquence de test exprimée en kHz. Les gammes R1 et R6 sont des gammes étendues, elles utilisent les respectivement les résistances de référence des gammes R2 et R5.

Range	R source	Résistance	Inductance (H)	Capacitance
R1	100 Ω	1mΩ-10Ω	0.01 µH - 2.4/f	99.9 mF-10.6/f mF
R2	100 Ω	10 Ω - 330 Ω	2.4/f - 52.5/f	10.6/f mF-482/f µF
R3	1,1 kΩ	330 Ω - 3.3 kΩ	52.5/f - 525/f	482/f µF-48.2/f µF
R4	11,1 kΩ	3.3 kΩ - 33 kΩ	525/f - 5252/f	48.2/f µF-4.82/f µF
R5	111 kΩ	33 kΩ - 800 kΩ	5252/f - 52520/f	4.82/f µF-0.48/f µF
R6	111 kΩ	800 kΩ - 100 MΩ	52520/f 9999	0.48/f µF-0.001 pF

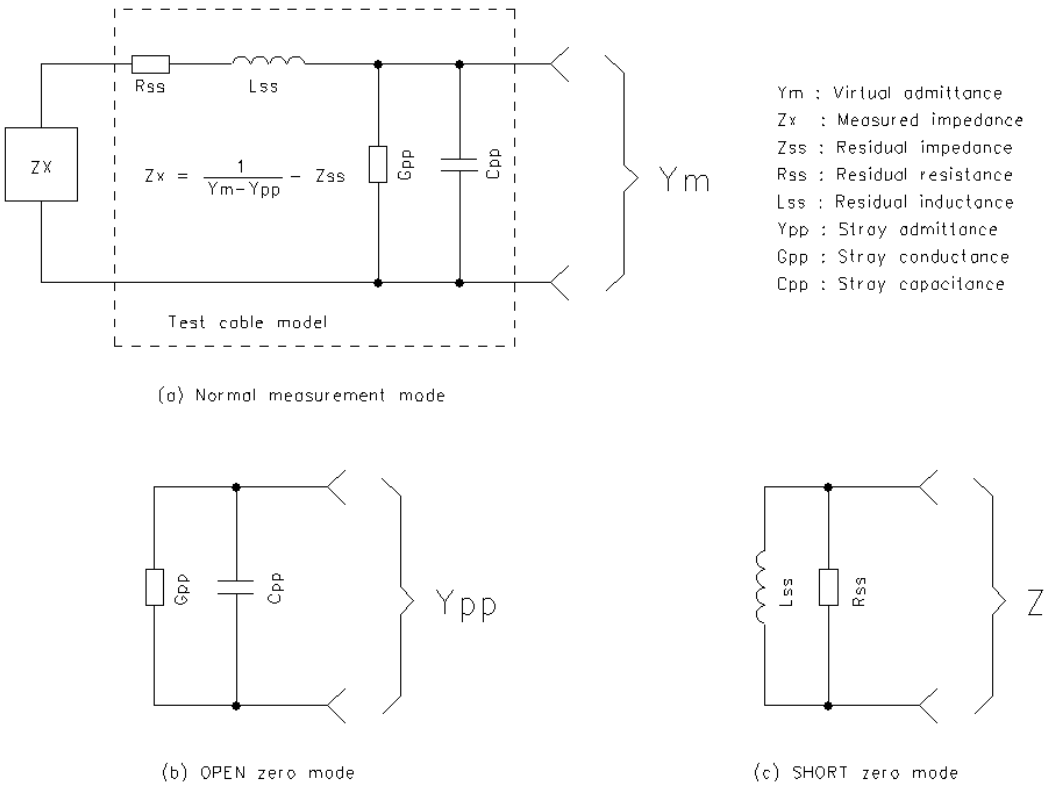
Nota : Les gammes sont des **gammes d'impédances** et non pas des gammes de capacités ou d'inductance. Le choix manuel d'une gamme implique de connaître l'impédance du composant à la fréquence de test en cours. Le mode manuel sera réservé lorsque l'on mesure des composants similaires dont l'impédance est connue et ne varie pas trop. **Dans tous les autres cas l'instrument sera configuré en mode automatique.** Le choix d'une gamme d'impédance non adaptée se traduira par une mesure instable ou par l'affichage du message d'erreur « OVERFLOW ».

La résistance source du générateur du signal de test est liée à la gamme comme l'indique le tableau ci-dessus (colonne R SOURCE). La tension réelle se trouvant aux bornes du composant dépendra donc de la gamme et de son impédance comme le montre le graphique ci-dessous.



CALIBRATION OUVERT-FERME

Plus connu sous le terme anglo-saxon « Open-Short calibration », cette fonction de l'instrument permet de compenser les éléments parasites du câble de mesure afin d'en tenir compte lors de l'affichage de la valeur. Le modèle utilisé est celui représenté sur la figure ci-dessous.



L'instrument détermine les valeurs des éléments série Rss et Lss lors d'une mesure en court-circuit. Les valeurs de Gpp et de Cpp étant mesurés cette fois-ci durant une mesure en circuit ouvert. Le MW1008P tient compte de ces éléments en appliquant la correction donnée sur le schéma (a) ci-dessus. La calibration devrait être effectuée à chaque fois que l'on procède à des mesures dans les extrémités de la gamme de mesure, c'est à dire pour les faibles impédances (fortes capacités de condensateurs ou faibles inductances de bobines) ainsi que pour les fortes impédances (faibles capacités de condensateurs et fortes inductances de bobines). La calibration ouvert/fermé est par ailleurs indispensable si l'on veut mesurer avec une marge d'erreur réduite les pertes dans un composant, comme la résistance série d'un condensateur.
Quelques précautions sont à prendre lors de la calibration ouvert-fermé. **La position des câbles ne doivent pas changer entre la procédure de calibration et la mesure du composant.** Une modification de l'écartement ou toute autre modification dans l'agencement des câbles engendrerait une modification des valeurs des éléments parasites qui apporterait une erreur sur la mesure. Lors de la calibration en court-circuit on utilisera un petit morceau de fil sur lequel on connectera les 4 pinces grippe-fils (MW10) ou les deux pince Kelvin (MW11). Pour les mesures de très faibles valeurs d'impédances on placera les pinces à 90° pour minimiser le couplage entre les fils comme le montre la figure ci-après. Le même disposition devra être utilisée lors de la mesure proprement dite.

La calibration peut être effectuée pour une fréquence de test donnée ou pour toutes les fréquences. En effet les éléments parasites ne sont pas forcément constants avec la fréquence, et l'instrument conserve en mémoire les quatre éléments parasites pour chaque fréquence.
La calibration est effectuée en pressant la touche CAL. Un menu apparaît et vous pouvez choisir d'effectuer une calibration en court-circuit (SHORT) ou en circuit ouvert (OPEN). Les limites de correction sont les suivantes :

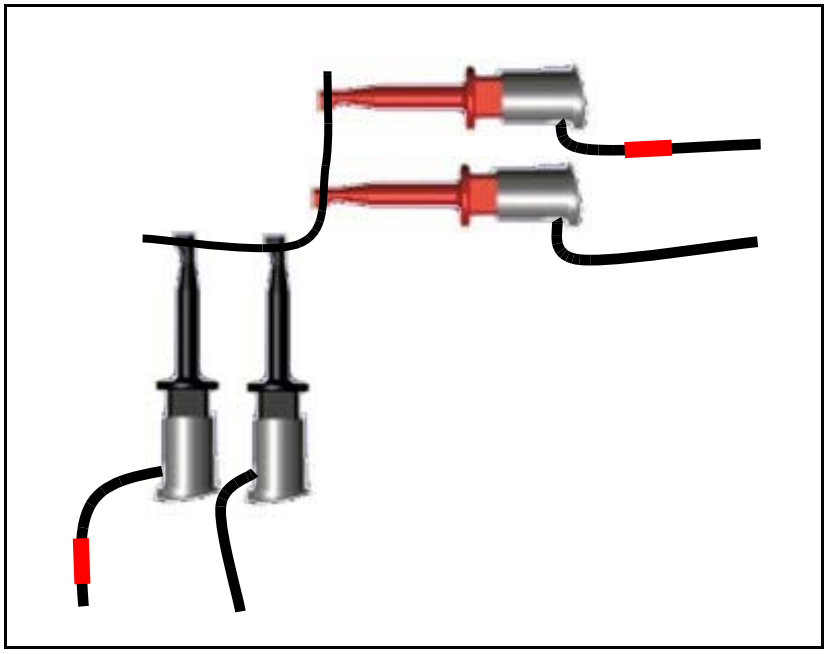


Figure X : calibration en court-circuit pour la mesure des faibles impédances.

- Calibration court-circuit : la résistance série maximale des câbles doit être de 20 Ω tandis que l'impédance totale doit être inférieure à 50 Ω
- Calibration circuit-ouvert : l'impédance parallèle des câble doit être inférieure à 10 kΩ.

L'instrument affiche le message « PASS » si la calibration s'est bien déroulée, « FAILED » dans le cas contraire.
Pour effectuer une calibration à toutes les fréquences appuyez sur la touche CAL assez longtemps pour que l'instrument affiche le menu « OPEN SHORT » en lettres majuscules. L'instrument lance alors la procédure de calibration à toutes les fréquences, ce qui prend plus de temps. La calibration doit être effectuée à chaque changement de cordon de mesures ou pour les mesures sensibles (voir plus haut).

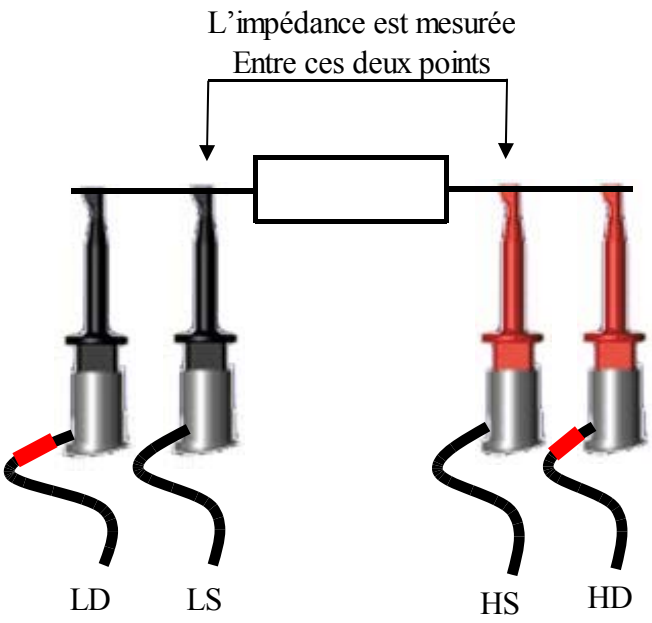
Cas des pinces pour CMS

La mise à zéro sera effectuée en court-circuitant les extrémités de la pince. La calibration en circuit ouvert est plus délicate car l'espacement des contacts est variable. On utilisera pour cela un isolant de même épaisseur que le composant à mesurer et on procédera à une calibration en circuit ouvert.

Cas des mesures sur transformateurs

La calibration OUVERT/FERME ne doit pas être utilisée.

CONNEXION SUR UN COMPOSANT PASSIF



Le MW1008P utilise une connexion de type Kelvin à 4 fils pour la connexion au composant. Ceci permet à l'instrument de faire circuler un courant à travers le composant par l'intermédiaire des fils LD (Low Drive) et HD (High Drive), et de mesurer la tension aux bornes du composant par les fils HS (High Sense) et LW (Low Sense). Cette configuration augmente la précision pour les faibles impédances.

Le câble MW10 possède quatre grips fils. Ce câble peut être utilisé tout aussi bien pour des composants traditionnels que pour les transformateurs. Les deux grip-fils rouge correspondent aux signaux HD et HS, tandis que les deux grip-fils noir correspondent aux signaux LD et HS. L'anneau rouge sur un des fils correspond aux signaux de courant (HD et LD). L'utilisation des pinces Kelvin est plus facile car les les signaux LD/LS et HS/HD sont câblés sur chaque pince.

Lorsque l'on mesure des faibles ou fortes impédance il est nécessaire d'effectuer une calibration des câbles de mesure, voir le paragraphe précédent.

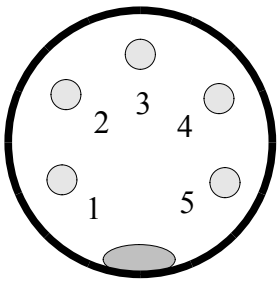
L'instrument possède deux prises bananes de 2mm sur sa face avant. Ces prises sont connectées aux signaux HD et LD et permettent la mesure d'un composant en mode deux fils pour une mesure rapide. La fréquence de test ne doit pas être supérieure à 1 kHz lorsque l'on utilise ce type de connexion.

BROCHAGE DU CONNECTEUR CB

Le brochage du connecteur CB est donné ci-après (vu de face). Il vous permettra de réaliser vos propres cordons de test. Pour une utilisation classique il vous suffit d'utiliser une prise CB mâle à 5 broches.

Les câbles doivent être du type blindés, les blindages devant être connectés à la masse (borne 3)

1 : HS (High Sense)
2 : HD (High Drive)
3 : 0V (GND)
4 : LD (Low Drive)
5 : LS (Low Sense)



PRECISION

La précision des mesures dépend de la valeur de la précision de base qui dépend de la valeur de l'impédance et de la fréquence. Cette valeur est augmentée d'un facteur correspondant à l'erreur supplémentaire apportée lorsque l'impédance se trouve aux extrémités des gammes d'impédance. Les valeurs de précision sont valables avec l'utilisation d'un câble Kelvin MW-KELV ou MW-SMT, lorsqu'une calibration ouvert/fermé est effectuée avant la mesure, et lorsque l'instrument se trouve en mode de changement de gamme automatique.

Précision des résistances et impédances

Précision de R

$A_r = \pm[A_e + (K_H+K_L) \times 100]\%$

A_e : Précision de base, valeur donnée dans le graphe ci-après. Pour les valeurs de Q > 0,1 multiplier la valeur de A par (1+|Q|)

K_H , K_L : facteurs correspondant à l'erreur aux extrémités des gammes
K_L = 1 mΩ / Rm
K_H = Rm / 1 GΩ

K_H est négligeable pour les résistances inférieures à 50 kΩ
K_L est négligeable pour les résistances supérieures à 20 Ω

Précision de Q

$Q_e = (A_r / 100) (1+Q_x^2)$

Avec A_r précision de la résistance calculée ci-dessus

Exemple de calcul

Calcul de la précision de la mesure d'une résistance de 1 kΩ à 1kHz. L'instrument donne une valeur de $Q = Q_x = 0,0005$

A partir du graphique on trouve une précision de base de 0,2% = A_e
K_L = 1 mΩ / 1 kΩ = 10^{-6}
K_H = 1 kΩ / 1GΩ = 10^{-6}

Précision de la résistance = ±(0,2 + 0,0002)% ≈ ± 0,2%

Précision de Q :
$\Delta Q = (0,2/100) \times (1+0,0005^2) = 0,002$

Précision des inductances

Précision de L

$A_l = \pm[A_e + (K_H + K_L) \times 100]\%$

A_e : Précision de base, valeur donnée dans le graphe ci-après. Pour les valeurs de Q > 0,1 multiplier la valeur de A par (1+|Q|)

K_H , K_L : facteurs correspondant à l'erreur aux extrémités des gammes

$K_L = 0{,}16\ \mu H / (Lm \times f)$

$K_H = (Lm \times f) / 160\ kH$

f : fréquence de test en kHz

Précision de Q

$Q_e = (A_l / 100)\ (1+Q_x^2)$

Avec A_l précision de l'inductance calculée ci-dessus

Nota : La précision est Q est une grandeur absolue et non pas un pourcentage.

Précision des capacités

Précision de C

$A_c = \pm[A_e + (K_H + K_L) \times 100]\%$

A_c : Précision de base, valeur donnée dans le graphe ci-après. Pour les valeurs de Q > 0,1 multiplier la valeur de A par (1+|Q|)

K_H , K_L : facteurs correspondant à l'erreur aux extrémités des gammes

$K_L = 0{,}16\ pF / (Cm \times f)$

$K_H = (Cm \times f) / 160\ mF$

f : fréquence de test en kHz

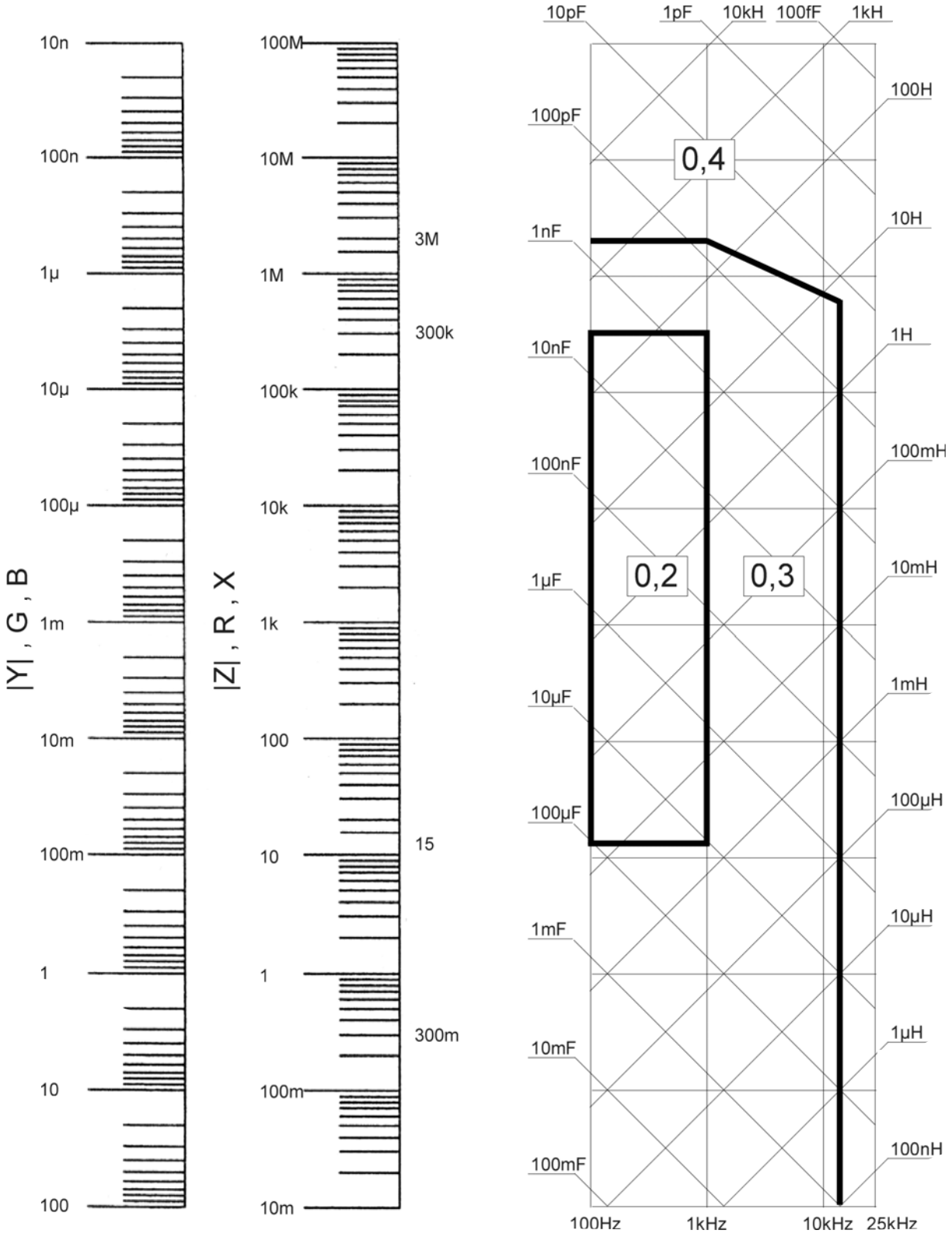
Précision de Q

$Q_e = (A_c / 100)\ (1+Q_x^2)$

Avec A_l précision de la capacité calculée ci-dessus

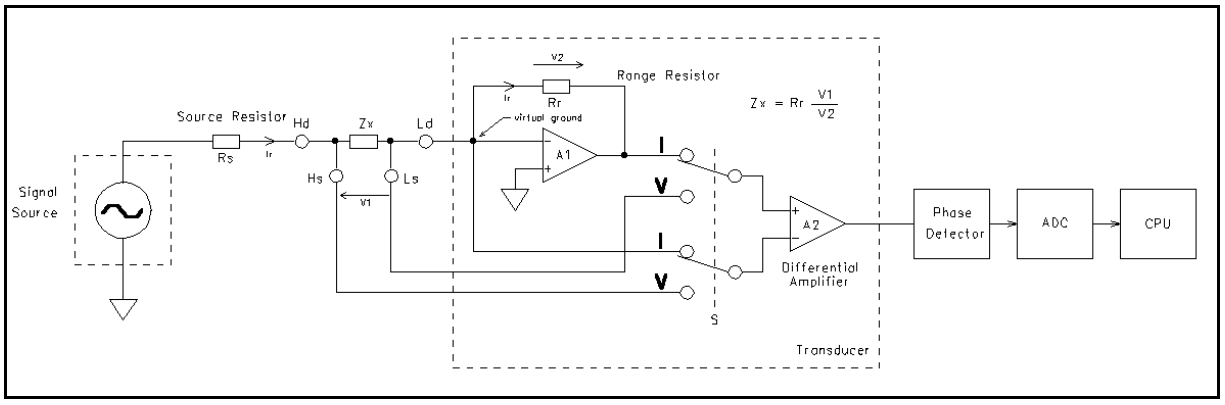
Nota : La précision est Q est une grandeur absolue et non pas un pourcentage.

Précision de base



FONCTIONEMENT

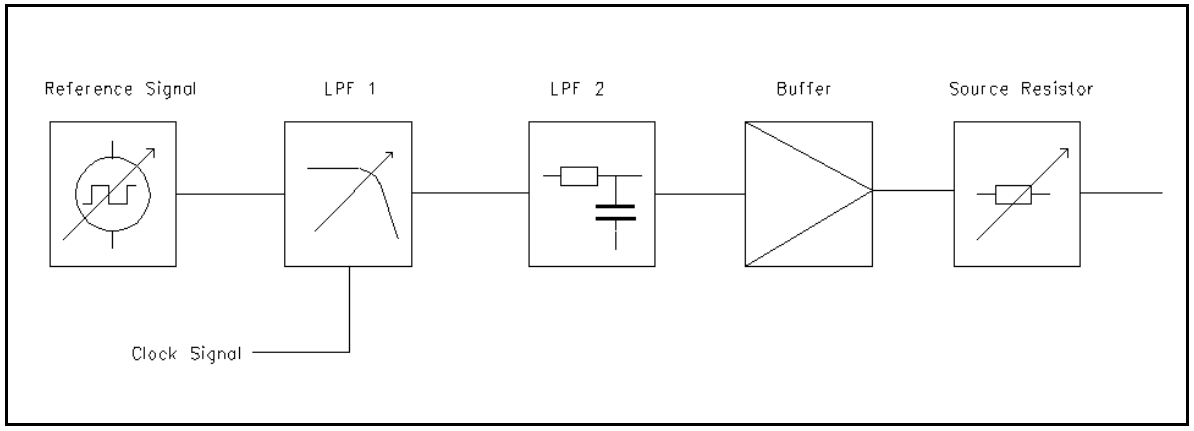
Le MW1008P utilise la technique du pont auto équilibré pour déterminer une impédance inconnue en mesurant la tension aux bornes du composant et le courant le traversant. La figure X montre le schéma bloc du MW1008P et montre comment l'instrument mesure des impédances inconnues. Un signal sinusoïdal est appliqué sur l'impédance inconnue ZX à travers une résistance source R_S, qui change suivant la gamme d'impédance. Le rôle de l'amplificateur à transimpédance *A1* est de faire circuler le courant *Ir* qui circule dans l'impédance inconnue dans la résistance de référence R_R, tout en maintenant le point de jonction de Zx et Rr à zero volt (masse virtuelle). Aux bornes de R_R nous trouvons une tension $V2 = Ir \times R_R$. Les tensions V1 et V2 respectivement présentes aux bornes de l'impédance inconnue et aux bornes de la résistance de référence, sont aiguillées vers un amplificateur différentiel A2 par le commutateur *S*. L'utilisation du même amplificateur pour la mesure de la tension et du courant permet de s'affranchir des facteurs d'échelle et de ses dérives. Les parties réelles et imaginaire de la tension et du courant sont obtenus en multipliant ces tensions par un signal carré cohérent avec le générateur sinusoïdal (Détecteur de Phase). Une réponse proportionnelle à la partie en phase ou en quadrature est obtenue. La mesure finale est confiée à un convertisseur double rampe qui est lu par le micro-contrôleur. Le rapport de ces deux vecteurs donne l'impédance inconnue. Celle-ci est corrigée par des facteurs de calibration, pour le module de l'impédance comme pour la phase. Les paramètres mesurés tels que L, C, R, Q, D sont mathématiquement déduits de l'impédance mesurée, selon le modèle choisi (série ou parallèle) et la fréquence de test choisie par l'utilisateur.



GENERATEUR DE SIGNAL

Le générateur de signal à pour rôle de générer un signal sinusoïdal à faible distorsion et dont la fréquence est paramétrable. La fréquence peut être choisie parmi les choix suivants : 100, 120, 250, 500, 1 k, 2.5 k, 5 k, 7.8 k, 12.5 k, 15.6 kHz et 25 kHz. La niveau est fixé à 0.5V eff.

Le signal sinusoïdal est généré à partir d'un signal carré en utilisant un filtre passe-bas elliptique programmable du 5^{ième} ordre à capacités commutées. La fréquence de coupure est déterminée par la fréquence du signal d'horloge et vaut 1,28 fois la fréquence du signal de test. La sortie du filtre est un signal sinusoïdal sur-échantillonné (×100), un simple filtre passe-bas du premier ordre (LPF2) supprime une grande partie des harmoniques restantes. La distorsion harmonique totale est d'environ 0,05%. Le filtre est suivi d'un étage tampon et d'un sélecteur pour le choix de la résistance source.



DETECTEUR DE PHASE ET CONVERTISSEUR A/D

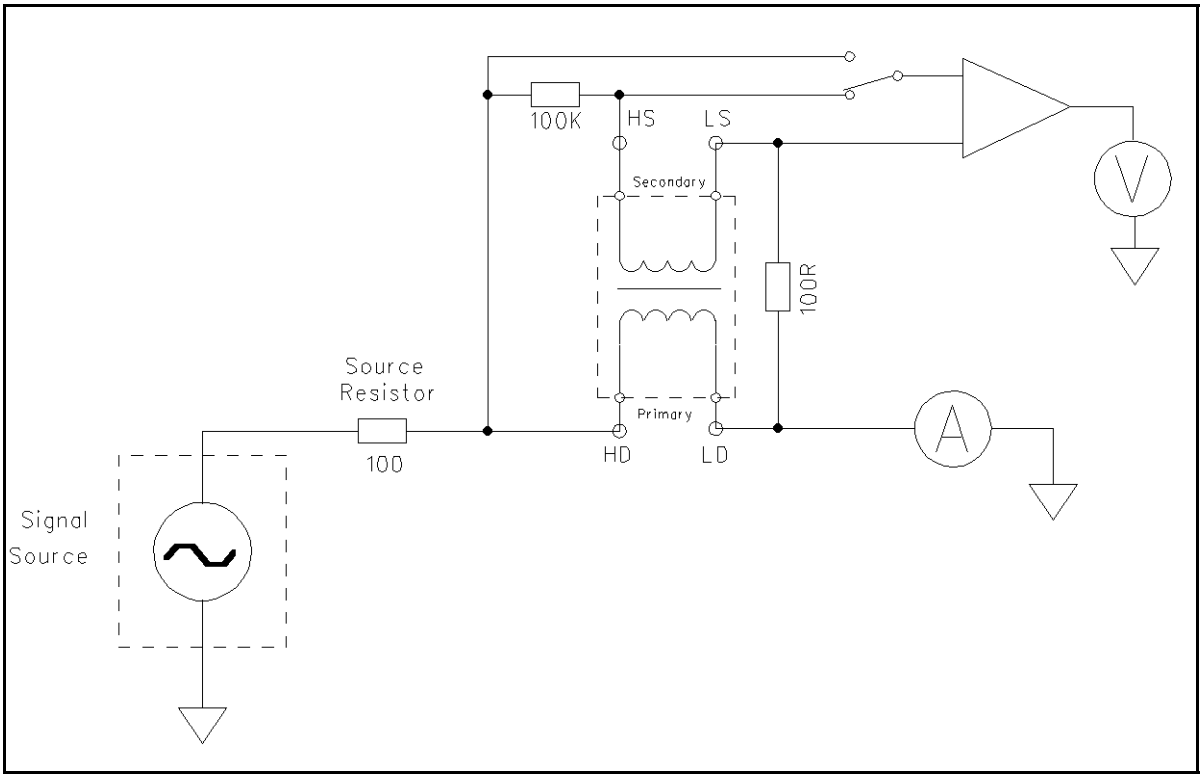
La phase et le module de l'impédance inconnue sont obtenus en multipliant la tension de mesure alternative (courant et tension) par un signal carré dont la fréquence est strictement identique à la fréquence du signal sinusoïdal, et dont la phase peut être modifiée. La valeur moyenne du signal ainsi produit est proportionnel à la partie en phase ou en quadrature du signal. Un total de quatre mesures, pour lesquelles la phase du signal carré est avancée de 90° très précisément permet la détermination vectorielle du signal. Ce processus est réalisé aussi bien pour la tension que pour le courant. Ainsi huit mesures élémentaires sont nécessaires pour le calcul final. Les composantes en opposition de phase sont ajoutées (0° avec 180° et 90° avec 270°), éliminant tous les offsets communs et réduisant le bruit. Chacune de ces mesures n'a pas de signification en elle-même, car la phase absolue entre le signal sinusoïdal de test et le signal carré n'est pas connu et car le courant parcourant l'impédance inconnue n'est pas contrôlé. On peut représenter le fonctionnement sous forme vectorielle, où le système détermine un vecteur pour le courant et un second vecteur pour la tension. Chacun de ces deux vecteurs n'a aucune signification propre, par contre le rapport de ces deux vecteurs (division des modules et différence des phase) donnent l'impédance. Veuillez aussi vous reporter au chapitre DIAGNOSTIC pour de plus amples détails.
Le signal issu du détecteur de phase est intégré sur une durée multiple de la fréquence de test, et la plus proche possible de 20 ms ou 16,67 ms selon que l'on est en présence d'un secteur à 50 Hz ou à 60 Hz. La valeur résultante est obtenue en mesurant la décharge du condensateur d'intégration à l'aide d'un compteur.

MESURE DES PARAMETRES DES TRANSFORMATEURS

Cette fonctionnalité permet la mesure des paramètres de transformateurs grâce à un commutateur analogique, qui permet la mesure de la tension High Sense pour le secondaire ou de la tension High Drive pour le primaire. Les points Low Drive et Low Source sont connectés à la masse via une masse virtuelle.

En mode de mesure du rapport de transformation l'instrument mesure successivement la tension primaire et la tension secondaire, puis effectue le rapport vectoriel de ces deux grandeurs. Le primaire du transformateur est alimenté par le générateur du signal de test via la résistance source. La résistance source est de 100Ω pour les gammes 2 et 3, et 1 kΩ pour la première gamme. Cette dernière valeur de résistance source permet de réduire la tension appliquée au primaire et ainsi d'obtenir une tension secondaire appropriée lorsque le rapport de transformation est élevé.

En mode de mesure d'inductance mutuelle, l'instrument mesure le courant primaire et la tension secondaire pour déterminer une impédance $Z_M = v_s / i_p$ puis l'inductance mutuelle est calculée par $M = Z_M / \omega$



CALIBRATION

Le MW1008P peut être calibré à l'aide d'un kit de six résistances étalon (10 Ω, 100 Ω, 1 kΩ, 10 kΩ, 100 kΩ et 1 MΩ) ou d'un calibrateur externe. La valeur de chaque résistance est notée sur le l'emballage de ces résistances.

La calibration nécessite une connexion Kelvin à quatre fils. Cette connexion peut être réalisée à l'aide d'un des câbles disponibles (MW10 ou MW11). La calibration doit être effectuée une seule fois. Toutefois nous recommandons de refaire la calibration tous les ans afin de se prémunir contre les dérives à longs termes. Les coefficients calculés par l'instrument durant le processus de calibration sont sauvegardés en mémoire non-volatile. Un checksum de la mémoire est effectué à la mise sous tension et un message d'erreur apparaîtra en cas de problème.

Mettre en marche le MW1008P et attendre un minimum de 15 minutes avant de commencer la procédure de calibration. La procédure comporte deux étapes différentes. La première étape consiste d'une à entrer les valeurs des résistances étalon qui vont servir à la calibration et d'autre part à configurer l'instrument selon la fréquence secteur du lieu où sera utilisé l'instrument.

PARAMETRAGE DE LA CALIBRATION

Commencez par connecter le câble de test sur la prise DIN de l'instrument. Mettre l'instrument hors tension.

1) Pressez une touche et mettez l'instrument en marche. Relachez la touche lorsque l'afficheur indique « **DIAG CAL EXIT** ».
2) Pressez la touche **n/Vs/M** sous l'option CAL. Le menu « **PARAM CAL EXIT** » apparaît.
3) Pressez la touche **L/C/R** sous l'option PARAM. L'instrument affiche « **RCAL1 :10.0000 Ω** » qui est la valeur nominale de la première résistance de calibration. Cette valeur doit être modifiée afin qu'elle corresponde à une résistance de précision (+/- 0,1%) de valeur connue. La procédure est décrite plus bas. Lorsque la résistances est modifiée l'instrument revient au menu « **PARAM CAL EXIT** ».
4) Validez le choix PARAM en pressant la touche **L/C/R** . L'instrument affiche « **RCAL2 :100.000 Ω** ». Modifiez la valeur de la même façon que pour la première résistance.
5) Répétez le processus jusqu'à la dernière résistance (RCAL6).
6) Pressez la touche **L/C/R** sous l'option PARAM. L'instrument affiche le menu « **Mains Frq : 60 Hz** ». Pressez la touche **n/Vs/M** pour valider le choix **50Hz**. L'instrument doit afficher « **Mains Frq : 50 Hz** »
7) Pressez la touche **L/C/R** sous l'option NEXT. L'instrument affiche le menu « **Save Parameters** ».
8) Pressez la touche **n/Vs/M** pour sauvegarder les paramètres d'étalonnage en mémoire non volatile. L'instrument doit afficher fugitivement « Passed » pour signaler que la mémorisation s'est bien déroulée.

Procédure de modification des valeurs des résistances

L'afficheur indique « **RCALX :XXXXXX Ω** ». Pressez la touche **n/Vs/M** (choix EDIT) pour modifier la valeur. Un curseur apparaît sous le premier chiffre à gauche. Le chiffre peut être incrémenté par la touche **n/Vs/M** ou décrémenté par la touche **MENU**.
La position du curseur peut être modifié par la touche **L/C/R** (déplacement vers la droite) ou par la touche **MODEL** (déplacement vers la gauche).
Validez la valeur en pressant la touche sous OK.

La première étape consistant à paramétrer l'étalonnage est maintenant terminée. Il ne nous reste plus qu'à procéder à la calibration proprement dite.

CALIBRATION

Avant de précéder à la calibration la première étape décrite précédemment doit être effectuée dans son intégralité. La procédure de calibration comprend plusieurs étapes qu'il faut réaliser dans l'ordre. A partir du menu « **PARAM CAL EXIT** » :

1) Pressez la touche **n/Vs/M** (choix CAL). L'instrument affiche l'écran ci-contre. L'instrument va procéder à une calibration en circuit ouvert. .L'instrument se servira de cette calibration pour compenser les éléments parasites lors des calibrations des résistances. Il est partant nécessaire de conserver la même position des câbles pour les étapes suivantes afin de ne pas changer la valeur de ces éléments parasites. Si vous utiliser le câble MW10 les grippe-fils LD et LS doivent être reliés ensemble de même que les grippe-fils HD et HS. Pressez la touche **n/Vs/M** (choix « Ok »). L'instrument affiche « Opening 100 Hz » ainsi qu'une barre de progression sur la seconde ligne. L'instrument procède à une mesure à chaque fréquence. Lorsque l'instrument a terminé cette étape il passe automatiquement à l'étape suivante. Il est possible de choisir une étape particulière par les touches **L/C/R** (choix ←) et **n/Vs/M** (choix →). Il est possible d'effectuer les étapes STP3 à STP8 dans un ordre quelconque, cependant les calibrations « OPEN » et « SHORT » doivent toujours être effectuées en premier.

2) L'instrument affiche l'écran ci-contre pour la calibration en court-circuit. Court-circuitez les fils à l'aide d'un morceau de fil épais. Choisir l'option Ok. De la même façon que pour la calibration « OPEN » l'instrument procède à une calibration à toutes les fréquences puis passe à l'étape suivante. Si l'instrument affiche « FAIL » à la fin de la première calibration à 100 Hz vérifiez que les pinces de test sont bien en court-circuit puis recommencez l'opération.

3) L'instrument va maintenant réaliser les calibrations d'impédance pour chacune des gammes et à toutes les fréquences. Il y a donc six étapes STP3 à STP8 pour lesquelles vous devrez connecter les résistances de calibration fournies avec le kit et dont les valeurs ont été précédemment programmées dans l'instrument lors de la procédure « PARAM ». Pour chacune de ces étapes il est important de garder la position des

câbles telle qu'elle était lors de la calibration « OPEN » et « SHORT » des étapes STP1 et STP2, en particulier pour les étapes STP7 (calibration 100 kΩ) et STP8 (calibration 1 MΩ).

4) La dernière étape consiste à sauvegarder le résultat des étapes de calibration en mémoire non-volatile. L'instrument affiche « SAVE » sur la première ligne. Pressez la touche sous « Ok » pour valider. L'instrument procède à une vérification de l'écriture en mémoire puis affiche « PASSED » si tout s'est déroulé comme prévu. L'instrument bascule automatiquement en mode normal. Faire un arrêt-marche de l'instrument. Il ne devrait pas y avoir de message d'erreur à la mise sous tension. Si un message d'erreur apparaît c'est qu'une ou plusieurs étapes n'ont pas été réalisée.

A l'issue de la calibration on pourra vérifier la valeur des résistances dans le mode Z-θ. Les valeurs doivent correspondre aux valeurs réelles avec un angle de phase nul et ce à toutes les fréquences.

Messages d'erreurs à la mise sous tension

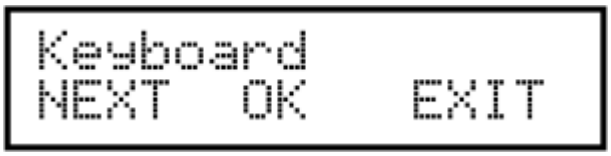
Rcal Error	La calibration n'a pas été effectuée. Des valeurs par défaut sont utilisées pour la mesure. Les mesures seront toutefois précises à ±0,5% pour des fréquences de test jusqu'à 1 kHz et pour les gammes d'impédance 2 à 5.
Open Cal Error	L'étape de calibration « OPEN » n'a pas été effectuée. Les autres étapes de calibration doivent être effectuées après avoir réaliser la calibration « OPEN »
Short Cal Error	L'étape de calibration « SHORT » n'a pas été effectuée. Les autres étapes de calibration doivent être effectuées après avoir réaliser la calibration « SHORT »
Cal Error RngXY	L'étape de calibration de la gamme X à la fréquence Y n'a pas été effectuée ou a échouée. X prend les valeurs de 1 à 6 suivant la gamme concernée Y prend les valeurs de A à J selon la fréquence concernée (A = 100 Hz, J = 15,625 kHz)
Checksum Error	Erreur de checksum. Consulter le service après-vente de Ormelabs.

DIAGNOSTIC

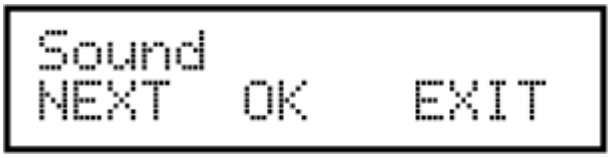
Le mode diagnostic permet d'effectuer des tests particuliers à des fins de dépannage ou de vérification. L'accès à ce mode s'effectue par le menu spécial de calibration/diagnostic. Appuyez sur une touche à la mise sous tension jusqu'à l'apparition du menu « **DIAG CAL EXIT** ». Pressez la touche **L/C/R** (choix DIAG).

Vous pouvez maintenant sélectionner un mode particulier parmi les quatre possibles.

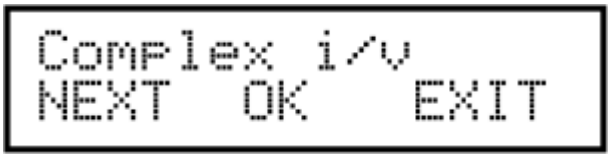
Pressez la touche sous « OK » pour activer le mode diagnostic clavier. Pressez la touche sous EXIT pour revenir au menu principal.



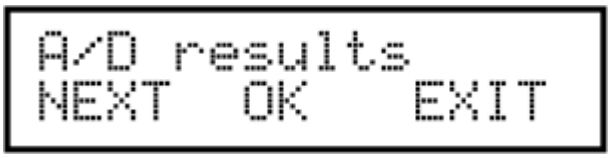
Pressez la touche sous « OK » pour activer le mode test du buzzer. Pressez la touche sous EXIT pour revenir au menu principal.



Pressez la touche sous « OK » pour activer le mode test des valeurs complexes courant/tension. Pressez la touche sous EXIT pour revenir au menu principal.



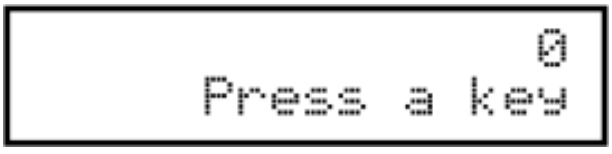
Pressez la touche sous « OK » pour activer le mode test des valeurs du convertisseur A/D. Pressez la touche sous EXIT pour revenir au menu principal.



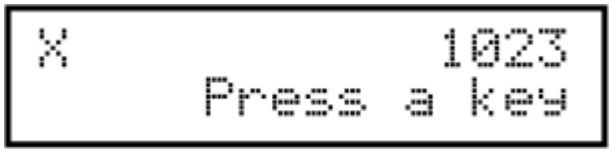
Test du clavier

Ce test est utile lorsque l'on rencontre un problème avec le clavier. Remarquez qu'un problème de clavier peut empêcher d'entrer dans ce mode. Il est dans ce cas nécessaire de dépanner « à la main » les circuits du clavier. On pourra se reporter au tableau donné plus loin afin de vérifier les tensions. Chaque touche correspond à une tension particulière qui est lue par un convertisseur analogique-digital à 10 bits. L'instrument affiche la valeur lue par l'instrument (de 0 à 1023) ainsi que la position de la touche appuyée. La sortie du mode test du clavier s'effectue lorsque toutes les touches ont été testées.

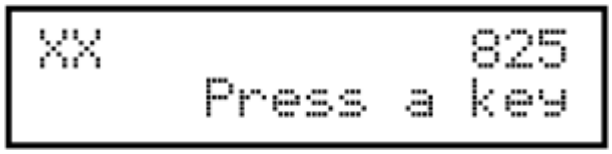
Premier écran lorsque l'on entre dans le mode test du clavier.



Lorsqu'on appuie sur une touche le résultat de la conversion est affiché que la position de la touche. Ici la touche L/C/R est appuyée, donnant la valeur 1023. La croix en haut à gauche symbolise la touche appuyée, elle reste affichée lorsque la touche est relâchée.



L'écran ci-contre montre ce que l'on devrait obtenir lorsque la touche n/Vs/M est appuyée.

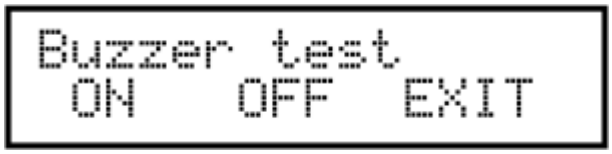


La tension issue du clavier peut être mesurée avec un multimètre (impédance d'entrée 10M) aux bornes de R70. Vous pouvez comparer les résultats avec ceux donnés dans le tableau ci-dessous. Les valeurs peuvent différer de quelques pourcents à cause de la tolérance des composants équipant la carte clavier.

Touche	Tension (R70) (V)	Valeur affichée
L/C/R	3.30	1023
N/Vs/M	2.65	823
Frequ.	2.15	667
Hold/Range	1.73	538
CAL	1.37	426
DISP.	1.23	323
MENU	0.717	220
MODEL	0.379	117

Test du buzzer

Ce test est utile lorsque l'on rencontre un problème avec le buzzer. Appuyez sur la touche sous ON pour activer le buzzer, ou sur touche OFF pour désactive le buzzer. Lorsque le buzzer est actif on devrait mesurer une tension d'environ 3,2V aux bornes de celui-ci.



i/v complexes

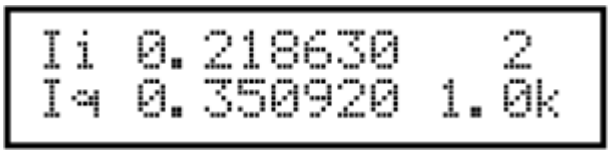
Ce mode donne accès aux composantes en phase et en quadrature qui sont utilisées pour calculer la valeur finale. L'instrument détermine deux vecteurs dans le domaine complexe, le premier pour la tension et le second pour le courant. Chacun de ces deux vecteurs comporte une composante en phase (réelle) eue composante en quadrature (imaginaire). Les coordonnées absolues de ces deux vecteurs sont relatives à la résistance de référence de la gamme en cours. Pour donner un sens physique à ces vecteurs il faut les multiplier par la valeur de la résistance de référence en cours (qui dépend de la gamme).
Dans ce la gamme et la fréquence peuvent être modifiées. La touche L/C/R permet de choisir entre les coordonnées de la tension ou du courant.

Le écrans ci-contre monte le résultat lorsqu'un condensateur de 1µF est connecté à l'instrument avec une fréquence test de 1 kHz. L'impédance théorique du condensateur est d'environ 159Ω at 1kHz. Sélectionnez donc la gamme 2 pour obtenir un rapport signal/bruit maximum.

La résistance de référence typique est de 100 Ω pour la gamme 2. Les coordonnées du vecteur tension sont 55.7Ω pour la partie réelle et -34.7Ω pour la partie imaginaire.

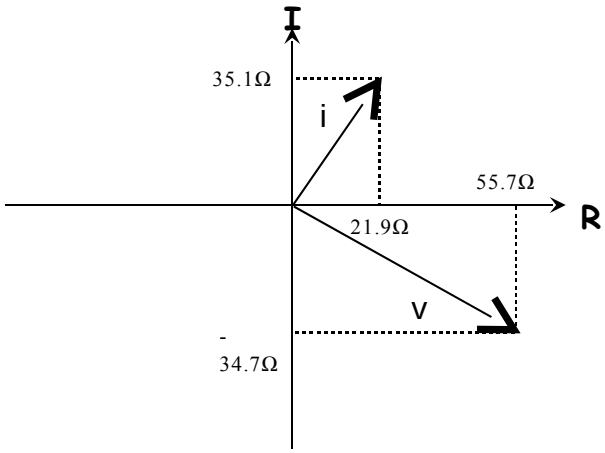
Pressez la touche L/C/R pour accéder aux coordonnées du vecteur courant.

Les coordonnées de ce second vecteur sont 21.9 Ω pour sa partie réelle et 32.1Ω pour sa partie imaginaire.



Nous pouvons représenter graphiquement ces deux vecteurs sur un diagramme polaire.

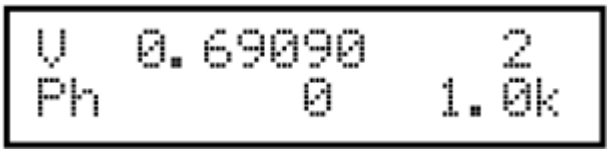
Il est possible de calculer le module de l'impédance du condensateur:
|Z| = 100 × |v| / |i| = 100 × 65.62/41.36 = 158.6Ω. En réalité cette valeur pourra être légèrement différente car nous avons supposé que la résistance de référence vaut 100 ohms exactement. Les coefficients de calibration ne sont pas pris en compte dans ce mode.



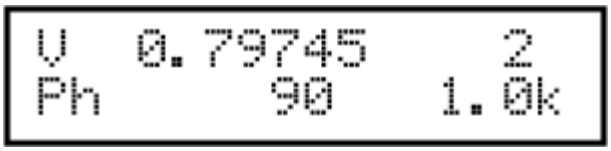
Résultats A/D

Ce mode permet d'accéder aux mesures primaires qui sont utilisées pour calculer les composantes en phase et en quadrature. Les valeurs affichées correspondent à la valeur moyenne des signaux présent en sortie du détecteur de phase mesurés par le convertisseur A/D double rampe. Le détecteur de phase est un multiplicateur +/- 1. L'entrée du multiplicateur est soit le signal de tension soit le signal de courant. Il est possible de passer de l'un à l'autre en pressant la touche L/C/R. Le gain +/-1 est commandé par un signal carré de même fréquence que le signal de test. La phase de ce signal peut être modifiée de 0° à 270° par pas de 90° grâce à la touche n/Vs/M.

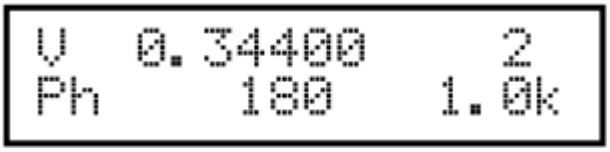
Pressez la touche L/C/R pour sélectionner la mesure de tension, puis la touche n/Vs/M pour sélectionner un angle de 0°. Notez que cet angle est un angle qui sert de référence et ne correspond pas à un angle absolu. Pressez la touche Hold/Range et sélectionnez la gamme 2. L'afficheur montre le résultat de la conversion.



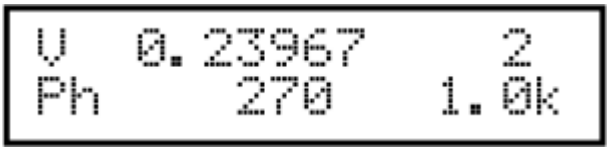
Pressez la touche n/Vs/M pour accéder aux valeurs avec un angle de phase de 90°, 180° et 270°.



La valeur finale en quadrature est obtenue en soustrayant les composantes en opposition de phase, ici
Vq = 0.344 – 0.6909 = -0.34690



La valeur finale en phase est obtenue en soustrayant les composantes en opposition de phase, ici
Vi = 0.79745 – 0.23967 = 0.55778



Vous pouvez effectuer la même chose avec le courant en pressant la touche L/C/R. Les valeurs affichée sont des valeurs normalisées issues directement du convertisseur, allant de 0 à 1.

ORMELABS
1, Allée des rochers
94045 CRETEIL , FRANCE
Web : www.ormelabs.com Email : infos@ormelabs.com
Tel: +33 (0) 9 51 23 74 80